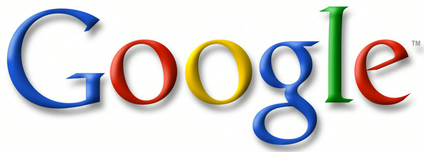


Leitfaden

für

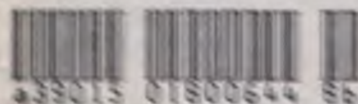
Vorlesungen aus dem Gebiete

der

Ertragsregelung

von

W. Weise




1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

Mg. W

Leitfaden

für

Vorlesungen aus dem Gebiete der Ertragsregelung.

Von

W. Weise,

Kgl. Oberforstmeister und Direktor der Forstakademie Münden.

Mit 8 Abbildungen im Text.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1904.

Vorrede.

Dieser Leitfaden ist vornehmlich deshalb geschrieben, um Zeit zu gewinnen für den freien Vortrag und für die ausführliche Behandlung der Gebiete, die dem Anfänger erfahrungsmäßig Schwierigkeiten machen. Die Niederschrift ist durch das Bemühen geleitet, den Stoff so einfach und klar wie möglich zu gestalten. Die Grundlage soll damit gegeben werden, auf der der einzelne je nach Interesse und Fähigkeit weiterbauen kann.

Die Abgrenzung des Stoffs ergab sich aus der in Münden geübten Arbeitsteilung, nach der die mathematische Begründung der Holzmeßkunde, die Instruktion über Vermessung und Einteilung, sowie endlich die Besonderheiten der preußischen Betriebseinrichtung anderweitig vorgetragen werden.

In den Text des Buches sind zahlreiche Beispiele aufgenommen, um das Verständnis zu erleichtern.

Eine Reihe von Bruchstücken aus Tafelwerken sollen den Leser vertraut machen mit den Werken selbst. Wiederholt habe ich gefunden, daß die Abneigung gegen Anwendung der gebotenen Hilfsmittel in erster Linie auf mangelndem Einblicke beruht. Namentlich von älteren Herren hört man die Ansicht, daß all das Neue viel zu kompliziert und schwer verständlich sei, um der Praxis dienen zu können. Vielleicht wird das Buch auch in diesen Kreisen zum Leitfaden, wenigstens habe ich bei der Abfassung des Textes nicht nur an meine Hörer gedacht, sondern an einen größeren Kreis. Aus dieser Rücksicht ist nach dem Vorgange des Leitfadens für den Waldbau jeder Abschnitt des allgemeinen Teils durch eine Nummerfolge gegliedert.

Ich möchte dann noch folgendes an dieser Stelle hervorheben: Die reichen Ergebnisse der Forschung auf dem Gebiete der Massenermittelung sind aus allgemeinen Werten in örtlich geltende umzuprägen. Den Weg dazu habe ich soweit möglich zu zeigen versucht, die Ausführung der Arbeit gehört aber der Praxis.

Die Zuwachsgesetze können nur dann richtig aufgefaßt werden, wenn man streng sondert nach denen des Baumes, des Bestandes und des Waldes. Bestände und Bäume sind Glieder des Waldes. Jedes Glied arbeitet in bestimmter Art. Die Arbeit des Ganzen wird nur zufällig einmal dargestellt in der Arbeit eines einzelnen Gliedes und der bei uns leider nur zu häufig geübte Schluß vom kleinen aufs größere kann schwer irre führen.

Die Feststellung des Umtriebes kann nicht erfolgen nach einem Gesichtspunkte. In der Theorie sind die einzelnen Methoden scharf getrennt zu halten und kritisch zu beleuchten, in der Praxis geht die Festsetzung des Umtriebes aus einer Summe von Erwägungen hervor.

Der historische Teil des Buches gibt keine vollständige Darstellung der Geschichte der Ertragsregelung, sondern will nur zeigen, wie der geschichtliche Hintergrund und Werdegang des jetzt Bestehenden ist. Unserem Unterricht wie unserem ganzen Fache fehlt vielfach die historische Vertiefung. Das muß als ein erheblicher Mangel angesehen werden. Aus ihm erwachsen Übelstände, die an andrer Stelle zu beleuchten wohl wert ist.

Bei der jetzigen Verfassung der preußischen Forstakademien mit einer nur viersemestrigen Studienzeit kann ich das Ziel, das ich mir selbst für meine Vorträge gesteckt habe, nur erreichen, wenn ich Hilfsmittel benutze, wie dieser Leitfaden eins darstellt.

Münden, im April 1904.

Weise.

Inhalt.

Seite

Allgemeiner Teil.

Erstes Buch: Die Massenermittelung.

Zweites Buch. Der Zuwachs.

Allgemeiner Teil.

Erstes Buch.

Die Massenermittelung.

Grundsatz: Die Masse ist das Produkt von Grundfläche, Höhe und Formzahl.

Erster Abschnitt: Die Masse bildenden Größen.

Die Grund- oder Querfläche.

1. Wir gehen von der Voraussetzung aus, daß der Querschnitt eines Baumschaftes ein Kreis ist und demgemäß berechnet wird. Diese Voraussetzung trifft aber selten voll zu. Wir arbeiten daher bei dieser ersten und grundlegenden Größe nicht mit einem genauen, sondern nur mit einem Näherungswerte.

2. Diesen sucht man dadurch möglichst genau zu gestalten, daß man die Querfläche in 1,3 m Höhe vom Erdboden mißt. Bis dahin erstreckt sich nämlich nicht mehr die Unregelmäßigkeit des Querschnittes von Stock und Wurzelanlauf.

3. An Berglehnen wird die Meßhöhe von der Bergseite her bestimmt. Eine Einigung hierüber ist erst im Jahre 1902*) zustande gekommen, obwohl der Unterschied zwischen Messung von Tal- oder Bergseite her ein recht bedeutender sein kann.

4. Die Querfläche wird hergeleitet entweder durch Messung des Umfanges oder durch solche des Durchmessers. Die Messung des Umfanges bildet im Walde jetzt die Ausnahme, die des Durchmessers die Regel. Man benutzt dazu die Kluppe.

*) Die Festsetzung ist beiläufig erfolgt und zwar bei Herausgabe des Arbeitsplanes über Durchforstungsversuche.

5. Die Ergebnisse der Kluppung können nun nicht unwesentlich verschieden sein, weil der Querschnitt der Bäume auch in der festgesetzten Klupphöhe nicht ein Kreis ist, wie vorausgesetzt wird. Die Durchmesserverschiedenheiten zeigen aber in sich gewisse Gesetzmäßigkeiten, deren Beachtung uns zu recht genauen Werten verhilft. Der größere Durchmesser liegt z. B. in Richtung des herrschenden Windes oder in Richtung des Bodengefälles. Kluppen wir immer nur nach einer Richtung, so können sich die Fehler addieren, während sie sich wahrscheinlich aufheben, wenn wir jeden Stamm zweimal kluppen und zwar übers Kreuz.

6. Wir können aber auch in anderer Weise helfen:

Grundner*) gibt an, daß bei einfacher nach einer Richtung ausgeführter Kluppung ein Fehler wahrscheinlich ist bei Eiche bis 5,6 %, Buche 6,8 %, Kiefer 8,4 %, Fichte 1—2 %, daß man aber trotzdem jeden Stamm nur einmal zu kluppen braucht, wenn man mit den Richtungen in gesetzmäßiger Weise wechselt, also den ersten Stamm N-S, den zweiten O-W kluppt. Hat man zwei Kluppführer, so läßt man den einen N-S, den andern O-W kluppen. An Berghängen kluppt man einmal in Richtung der Horizontalen, das andere Mal in Richtung des Hanges. Weniger genau, immer aber noch gut, wird das Ergebnis, wenn man bei Zerlegung des Bestandes in Streifen nach Maßgabe dieser mit der Kluppung wechselt.

7. Die Maßstäbe der Kluppen sind in der Regel auf Zentimeter geteilt, nur für wissenschaftliche Arbeiten wird eine feinere Teilung verwendet. Sie ist für solche Arbeiten notwendig.

8. Bei der Messung der Stämme zum Verkauf wird meist nach unten abgerundet, für Ertragsermittelungen aber nach dem nächsten vollen Zentimeter. Während man also einen Stamm von 60,2 cm Durchm. und einen solchen von 60,8 cm für den Verkauf gleichmäßig auf 60 cm abrundet, wird für die Massenschätzung zur Aufstellung der Betriebspläne der eine zu 60 cm der andere zu 61 cm gerechnet.

---

*) Untersuchungen über die Querflächen-Ermittelung des Holzbestandes 1882.

9. Die Frage, ob man überschießende 5 mm vernachlässigen oder bereits für 1 cm rechnen soll, ist in ersterem Sinne zu beantworten. Es werden also erst 6 mm für voll gerechnet.

Hieraus ergibt sich eine Abrundung nach der Mitte in der Art, daß 19,6—20,5 cm Durchm. für 20 gilt, 31,6—32,5 für 32 cm u. s. f.

10. Versuche haben nun ergeben, daß eine Abrundung nach der Mitte auch für weitergehende Stufen richtiges ergibt. 17 bis 18,9 cm kann man auf 18 cm, 21,0—22,9 cm auf 22 cm abrunden, ja man kann ohne nennenswerten Fehler Stufen von 5 cm annehmen, also die Stufen 7,6—12,5 cm auf 10 cm, die Stufen 32,6—37,5 cm auf 35 cm abrunden.

Kluppmanual.

Durchmesser	Stammzahl	Querfläche	Durchmesser	Stammzahl	Querfläche	Durchmesser	Stammzahl	Querfläche
6	4	0,011	—	—	—	—	—	—
7	—	—	7	8	0,031	—	—	—
8	4	0,020	—	—	—	8	37	0,186
9	14	0,089	—	—	—	—	—	—
10	15	0,118	10	60	0,471	—	—	—
11	31	0,295	—	—	—	—	—	—
12	22	0,249	—	—	—	—	—	—
13	34	0,451	13	86	1,141	13	148	1,964
14	30	0,462	—	—	—	—	—	—
15	31	0,548	—	—	—	—	—	—
16	27	0,543	16	100	2,011	—	—	—
17	42	0,953	—	—	—	—	—	—
18	26	0,662	—	—	—	18	175	4,454
19	42	1,191	19	106	3,005	—	—	—
20	38	1,194	—	—	—	—	—	—
21	25	0,866	—	—	—	—	—	—
22	24	0,912	22	78	2,965	—	—	—
23	29	1,205	—	—	—	23	120	4,986
24	27	1,221	—	—	—	—	—	—
25	15	0,736	25	55	2,700	—	—	—
26	13	0,690	—	—	—	—	—	—
27	10	0,573	—	—	—	—	—	—
28	3	0,185	28	20	1,232	28	39	2,401
Summa	506	13,174		513	13,556		519	13,991

Durch-messer	Stamm-zahl	Quer-fläche	Durch-messer	Stamm-zahl	Quer-fläche	Durch-messer	Stamm-zahl	Quer-fläche
Übertrag	506	13,174		513	13,556		519	13,991
29	7	0,462	—	—	—	—	—	—
30	6	0,424	—	—	—	—	—	—
31	3	0,226	31	11	0,830	—	—	—
32	2	0,161	—	—	—	—	—	—
33	—	—	—	—	—	33	7	0,599
34	—	—	34	2	0,182	—	—	—
35	2	0,192	—	—	—	—	—	—
36	—	—	—	—	—	—	—	—
37	1	0,108	37	1	0,108	—	—	—
	—	—	—	—	—	38	1	0,113
Summa	527	14,747		527	14,676		527	14,703

Instrumente zum Messen der Durchmesser.

Das Meßband.

11. Es trägt am Ende einen Stachel, der in die Rinde des Baumes eingedrückt wird. Dann wird das Band sorgsam um den Baum gelegt, so daß der Umfang der senkrecht zur Stammachse liegenden Querfläche gemessen wird. Die Teilung des Bandes soll so sein, daß man auch den zu dem Umfange gehörigen Durchmesser ablesen kann. Gewöhnlich trägt die eine Seite des Bandes eine Zentimeterteilung, die andere die zu den Umfängen gehörigen Durchmesser, so daß man also beides, Umfang und Durchmesser, ablesen kann. Die Hinzufügung der Querfläche auf dem Bande selbst ist oft von Vorteil.

Kluppen.

12. Die Zahl der Kluppenkonstruktionen wächst alljährlich. Von einer guten Kluppe muß verlangt werden, daß sie fest, trotzdem aber nicht zu schwer gearbeitet ist, daß sie nicht klemmt, daß die Schenkel bei der Messung parallel zu einander und rechtwinklig zum Meßlineal stehen.

13. Über die Kluppung ist ein Manual zu führen, am zweckmäßigsten in folgender Form:

Durchmesser	Stammzahl						Summa	Querfläche

Das Papier muß stark sein, weil es draußen Feuchtigkeit anzieht und dann leicht unter dem Blei zerreißt.

Jeder gekluppte Stamm wird nach Ergebnis der Kluppung in das Manual eingetragen, wobei man verschieden verfährt. In jede Kolonne kommen 5 oder 10 Stämme, um die Zählung leicht zu machen. Die gewöhnliche Art der Eintragung ist:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

14. Das Führen des Manuals ist eine langweilige Arbeit und bei schlechtem Wetter fast unmöglich. Deshalb ist man auf den Gedanken gekommen Kluppen zu konstruieren, die selbst registrieren. Sie erfüllen aber sämtlich noch nicht die gehegten Erwartungen.

15. Eck's Registrierkluppe. Der Papierstreifen reißt schon bei nebligem Wetter. Die Farbe schmiert. Ein Kluppmanual muß doch aufgestellt werden, weil der Papierstreifen keine Übersicht gibt.

16. Punktierkluppe mit Zählwerk von Reuß. Die Kluppe ist schwer. Bei feuchtem Wetter bleibt die Nadel im Papier hängen und löscht die Nadelstiche aus. Nadelstiche und Zählwerk geben oft von einander abweichende Zahlen.

17. Registrierkluppe von Buse ist bisher nur beschrieben. Der Ausführung stellen sich wahrscheinlich technische Hindernisse gegenüber.

18. Registrierkluppe von Hirschfeld ist ursprünglich für Massenschätzung erdacht und sollte gleich die Masse registrieren.

Später ist sie für Querflächen-Registrierung umgearbeitet. Dem gleichen Zwecke dient die augenscheinlich unter Benutzung des Hirschfeldschen Gedankens erbaute

Registrierkluppe von Wimmenauer.

19. Registrierkluppe von Hohenadl, nämlich Bestands-aufnahmekluppe und Durchmesserzählkluppe. Sie liegt zur Erprobung z. B. in Preußen und Bayern vor.

20. Die nicht registrierenden Kluppen lassen sich, wie folgt, einteilen:

a) Beide Schenkel verschiebbar: Stahlsche Kluppe und Lüttkens Scheerenkluppe. Das Prinzip der Stahlschen Kluppe ist vom Förster Hohenadl wieder aufgenommen, auch zur Registrierkluppe ausgestaltet (Forstwissensch. Zentralblatt 1904 S. 15).

b) Ein Schenkel verschiebbar, dabei in Parallelstellung zum fest stehenden Schenkel bleibend:

Heyersche Kluppe. Regulierung durch Keil. Sie ist jetzt mit einigen angeblichen Sicherungen gegen Abnutzung in Preußen offiziell eingeführt (10. VI. 98).

Barthsche Kluppe. Regulierung durch eiserne Zunge.

c) ein Schenkel verschiebbar und nur bei der Messung sich parallel stellend.

Ursprünglich vom Preuß. Obf. Aldenbrück gegeben, dann vergessen, von Friedrich wieder erfunden und von Böhmerle mit Regulierschraube versehen. Sie klemmt mitunter. Deshalb ist von Münden aus darauf aufmerksam gemacht, daß man dem abhelfen kann, wenn man die Ausschnitte des Aufschieblings ändert. Sie brauchen nämlich nur an den bei der Kluppung arbeitenden Punkten genau an das Meßlineal anzuschließen, sonst dürfen sie Spielraum haben.

21. Außer den Kluppen besitzen wir noch den Baumzirkel von Preßler und die sog. Winkelspanne von Treffurth. Beide Instrumente sind wenig in Gebrauch. Die Winkelspanne ist nur theoretisch richtig, in der Praxis nicht, weil der Baum einen anderen Querschnitt hat, als den Kreis.

22. Die Bemühungen, die Kreisflächensumme eines Bestandes aus der Abstandszahl zu bestimmen, müssen als mißlungen angesehen werden, weil die Unterlagen, mittlere Entfernung der Stämme s und mittlerer Durchmesser d, ohne umfangreiche Aufnahmen sich nicht genügend genau feststellen lassen. Als Abstandszahl bezeichnet man das Verhältnis, in dem s und d zu einander stehen, also den Wert $\frac{s}{d}$.

Die Bestimmung der Querfläche ergibt sich aus folgender Entwickelung:

Die Abstandszahl $a = \frac{s}{d}$, also auch $\frac{s^2}{d^2} = a^2$. Ist nun n die Stammzahl eines Hektars, so ist $a^2 = \frac{ns^2}{nd^2} = \frac{ns^2 \frac{\pi}{4}}{nd^2 \frac{\pi}{4}}$. Die Querfläche des Bestandes (G) ist $= nd^2 \frac{\pi}{4}$, ns^2 die Fläche eines Hektars aber = 10000 qm. Will man G in Quadratmetern ausgedrückt wissen, so ist $G = \frac{10000 \frac{\pi}{4}}{a^2} = \frac{7854}{a^2}$.

Daraus ergibt sich, wenn

a = 8, G = 122,8; a = 10, G = 78,5; a = 12, G = 54,5;
a = 14, G = 40,1; a = 16, G = 30,7; a = 18, G = 19,6;
a = 20, G = 17,8.

Die Abstandszahl hat vielfach zu Irrtümern geführt, wird aber trotzdem immer wieder hervorgesucht; zuletzt ist es von Behringer geschehen.

23. Die Herleitung von G aus dem Kluppmanual ist bei weitem klarer und zuverlässiger, als die aus der Abstandszahl. Sie ist auch sehr einfach, seitdem wir die Kreisflächen-Multiplikationstafeln besitzen. Solche sind berechnet von v. Seckendorff, Ganghofer, Preßler, Eberts und Kunze. Die von dem letzten Autor gegebenen empfehlen sich durch guten Druck, Fehlerlosigkeit und Billigkeit. Bis zu einem gewissen Grade sind übrigens auch die Kubierungstafeln des Forstkalenders verwendbar.

Bruchstück aus einer Kreisflächenmultiplikationstafel.

Stammzahl	Durchmesser: Zentimeter										Stammzahl
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Querfläche in Quadratmetern										
20	0,190	0,226	0,265	0,308	0,353	0,402	0,454	0,509	0,567	0,628	20
21	0,200	0,238	0,279	0,323	0,371	0,422	0,477	0,534	0,595	0,660	21
22	0,209	0,249	0,292	0,339	0,389	0,442	0,499	0,560	0.624	0,691	22
23	0,219	0,260	0,305	0,354	0,406	0,462	0,522	0,585	0,652	0,723	23
24	0,228	0,271	0,319	0,369	0,424	0,483	0,545	0,611	0,680	0,754	24
25	0,238	0,283	0,332	0,385	0,442	0,503	0,567	0,636	0,709	0,785	25
26	0,247	0,294	0,345	0,400	0,459	0,523	0,590	0,662	0,737	0,817	26
27	0,257	0,305	0,358	0,416	0,477	0,543	0,613	0,687	0,766	0,848	27
28	0,266	0,317	0,372	0,431	0,495	0,563	0,636	0,713	0,794	0,880	28
29	0,276	0,328	0,385	0,446	0,512	0,583	0,658	0,738	0,822	0,911	29
30	0,285	0,339	0,398	0,462	0,530	0,603	0,681	0,763	0,851	0,942	30

24. Für manche Untersuchungen ist es von Wert, aus allen Querflächen oder aus den Querflächen einer Klasse von Stämmen den Durchschnitt zu kennen und den zu diesem gehörigen Durchmesser. Einen Stamm mit solchem Durchmesser bezeichnet man als arithmetischen Mittelstamm des Bestandes oder der Klasse. Um ihn aus der Querflächensumme zu erhalten, würde man also diese durch die Stammzahl teilen. Wir erhalten dann die Querfläche des Mittelstammes. Die Berechnung des Durchmessers aus der Gleichung $g = d^2 \frac{\pi}{4}$ ist nicht erforderlich, wenn wir im Besitz der Kunzeschen Tafeln sind. Die Tafel II in diesen gibt die Durchmesser von Millimeter zu Millimeter und die zugehörigen Kreisflächen an, wir können also zu dem gefundenen g dort den zugehörigen Durchmesser gleich entnehmen. Führen wir die Rechnung an dem vorhin gegebenen Kluppmanuale durch, so erhalten wir bei Kluppung auf 1 cm den Mittelstamm zu 18,9 cm, auf 3 cm zu 18,8 cm, auf 5 cm zu 18,9 cm.

25. Einen guten und für praktische Zwecke ausreichenden Näherungswert gewinnt man, wenn man von der gegebenen Stammzahl des Bestandes oder der Klasse bei den stärksten beginnend 40 % abzählt. Der Mittelstamm liegt im geschlossenen Bestande

bei den Stämmen, wo 40 % erfüllt werden. In gelichtet stehenden Beständen etwas darüber, man darf also nur eine geringere Prozentzahl abzählen. 35 % bilden wohl die Grenze.

Nach dem Kluppregister auf S. 3 u. 4 hatten 527 Stämme bei

Kluppung auf 1 cm: 14,747 qm Querfläche, daraus Durchschnittsquerfläche 0,0279, zugehöriger Durchmesser 18,9 cm.

Kluppung auf 3 cm: 14,676 qm. Durchschnittsquerfläche 0,0278, zugehöriger Durchmesser 18,8.

Kluppung auf 5 cm: 14,703 qm. Durchschnittsquerfläche 0,0279, zugehöriger Durchmesser 18,9.

Nach Abzählung fällt der Mittelstamm
bei 1 cm Kluppung in die Klasse 19 cm, ebenso
bei 3 cm Kluppung,
bei 5 cm Kluppung in die Klasse 18 cm (19 nicht vorhanden).

26. Den früheren Durchmesser eines Stammes bestimmt man durch Messung der Breite von der entsprechenden Zahl der Holzjahrringe. Will man also wissen, wie viel der Durchmesser vor 10 Jahren betrug, so ist zu ermitteln, wie breit die letzten 10 Ringe waren. Da die Ringe nicht konzentrisch erwachsen, so muß die Zählung auf zwei Durchmessern, die sich rechtwinklig kreuzen, und an jedem vom Kambium her erfolgen. Ebenso die Messung. Die in Rechnung zu setzende Ringbreite ist also das Ergebnis von vier Zählungen und Messungen. Die doppelte Ringbreite wird von dem jetzigen Durchmesser abgezogen. Die Differenz zeigt den früheren Durchmesser. Der Rindenzuwachs wird vernachlässigt.

Ist ein Stamm jetzt zu 30 cm gekluppt, ist die radiale Ringbreite von 10 Jahren 2 cm, so hatte er vor 10 Jahren 26 cm Durchmesser.

27. Die durch den Zuwachs des Holzkörpers angelegte Masse erscheint also in der Weise, als wenn sie sich außen angelegt hätte.

Die Höhe.

28. Sie wird am stehenden Baume eingesetzt als Entfernung der Spitze des Baumes von seinem Fußpunkte. Wird der Baum gefällt, so bleibt der Stock i. d. R. im Boden. Die Stocklängen

werden verschieden lang ausgehalten, immer aber wird die Masse vom oberirdischen Holze, die am Stock bleibt, auch zum Stockholz gerechnet, geht also für jenes verloren.

Dadurch erklärt es sich, abgesehen von anderen Gründen, daß derselbe Baum in der Praxis verschiedene Masse bringen kann.

29. Um die Höhe des stehenden Baumes zu ermitteln, sind Höhenmesser konstruiert. Wie bei den Kluppen ist die Zahl auch dieser Instrumente sehr groß und immer neue kommen hinzu.

30. Die meisten Höhenmesser leiten die Baumhöhe her aus Verhältniszahlen, die sich aus ähnlichen Dreiecken ergeben.

31. Man nimmt dabei an, daß der Baum senkrecht steht.

Die Instrumente sind nun verschieden eingerichtet. Das älteste, das Hoßfeld-Mayersche, zeigt die Theorie klar und ohne weiteres erkennbar. Es stellt ein rechtwinkliges Metalldreieck dar, dessen Katheten gleichmäßige Teilung zeigen. An der senkrecht stehenden liest man die Baumhöhe ab, die horizontale ist verschiebbar und wird so eingestellt, daß sie soviel Maßeinheiten zeigt, wie die Standlinie lang ist. Die Hypotenuse ist um den 0-Punkt der Standlinienskala beweglich. Man visiert mit ihrer Hilfe nach der Spitze des Baumes, deckt sie diese, so zeigt der Schnittpunkt von Hypotenuse und senkrecht stehender Kathete auf dieser die Baumlänge an, die über dem Auge des Beobachters liegt.

Eine zweite Messung geht dann nach dem Fußpunkte des Baumes und es wird je nach Verhältnissen die Ablesung der ersten hinzugefügt oder abgezogen.

32. Dieses Instrument ist die Grundform der am meisten verwendeten Höhenmesser, nämlich des Faustmannschen Spiegelhypsometers und des Weiseschen Höhenmessers. Bei jedem von beiden ist aber die Ablesung eigentümlich.

Bei Faustmann geschieht sie vermittels eines Spiegels, bei Weise wird das Rohr des Instruments in bestimmter Weise gedreht und es fängt sich dann das Lot bei dem Kerb- und Teilstrich, der die Höhe angibt.

33. Nicht eingebürgert hat sich ein Höhenmesser von Bose, der dem bekannten Nivellierinstrument dieses Autors nachgebildet ist.

34. Während bei allen diesen Instrumenten eine Standlinie gemessen wird und diese in Rechnung tritt, hat Christen eine konstante Länge am Baum zur Unterlage genommen, nämlich 4 m. Eine Stange von dieser Länge wird in senkrechter Stellung an den Baum gelehnt. Sie wird den Baum je nach seiner Höhe teilen. Der Höhenmesser selbst besteht nun in einem mit Einschnitten versehenen Messinglineal, was für die Messung senkrecht, also parallel zum Baume, hängen muß. Es wird nun so vorwärts, rückwärts, aufwärts und abwärts bewegt, daß der Baum gerade zwischen die Haupteinschnitte des Lineals fällt, dann schneidet die 4 m lange Latte auch ein Stück des Lineals von untenher ab. Die Zahl, bei welcher die Lattenspitze einspielt, gibt die Höhe des Baumes an. Dementsprechend ist die Teilung beziffert.

Denkt man sich einen Baum von 8 m Höhe, so halbiert die Latte die Baumhöhe. Die Zahl 8 steht also auch auf dem Instrument in der Mitte des Lineals. Ist der Baum 12 m hoch, so teilt die Latte ihn im Verhältnis von 4 : 8, folgegemäß steht die Zahl 12 auch auf dem Lineal nach dieser Teilung. Werden die Baumhöhen sehr groß, z. B. 36 und 40 m, so teilt die Latte den Baum im Verhältnis von 1 : 8 und 1 : 9. Die Marken von 36 und 40 liegen in dem Lineal dementsprechend, das ist aber sehr nahe bei einander, so daß bei großen Höhen die Ablesung schwierig wird. Darin liegt die Schwäche des Instruments.

35. Andere Höhenmesser fassen den Baum als Tangente auf zu einem Kreise mit dem Radius der Standlinienlänge. Man mißt nun den Winkel, den die horizontale Standlinie einerseits mit der vom Auge des Beobachters zur Spitze des Baumes gehenden Linie, anderseits mit der zum Fußpunkt bildet. Es werden dann die zugehörigen Tangenten zum Radius 1,00 aus Tabellen entnommen und daraus die Höhen hergeleitet.

Bei dem Preßlerschen Meßknecht, der nach dieser Auffassung konstruiert ist, sind Winkel und zugehörige Tangenten auf dem Instrument selbst angegeben.

36. Die Messung der Standlinie als horizontale bietet oft Schwierigkeiten. Bei dem Klaußnerschen Höhenmesser werden

diese umgangen. Die Konstruktion ist so, daß die Standlinie im Berggelände auch zu Tal oder zu Berg liegen kann. Das Instrument ist aber für den gewöhnlichen Gebrauch zu kompliziert, auch zu teuer, und deshalb wenig in Gebrauch.

37. In einem Bestande ist die Spitze eines Baumes immer nur von einigen Punkten aus sichtbar und danach muß die Standlinie gewählt werden. Immer wieder tauchen neue Instrumente auf, die den Punkt aufsuchen wollen, der so weit vom Fußpunkt des Baumes abliegt, wie der Baum lang ist. Sie wollen dann diese Linie messen und damit die Höhe bestimmen. Solche Instrumente sind selten im Bestande verwendbar, so richtig sie auch für den freistehenden Baum oder den Bestandsrand arbeiten mögen. Am meisten im Gebrauch ist von ihnen die sogenannte Zimmermannsnase, zwei gleichlange Holzstücke, die in T-Form zusammengefügt werden.

38. In geschlossenen gleichmäßigen Beständen nimmt die Höhe der Stämme im allgemeinen mit dem Durchmesser zu, die Unterschiede sind aber relativ nicht so bedeutend wie bei den Durchmessern.

39. Die Berechnung der Bestandsmittelhöhe ist früher so erfolgt, daß man Bestandsmittelstämme maß und daraus das arithmetische Mittel zog.

Bildet man Stammklassen, so maß man für deren jede die Höhen von Mittelstämmen. Auch hier galt dann das arithmetische Mittel.

40. Genaue Untersuchungen ergaben, daß die Mittelhöhe nach dieser Berechnungsmethode zu klein wurde. Der Beweis hierfür lag darin, daß die entsprechenden Formzahlen zu groß wurden. Sind in der Gleichung $m = g\ h\ f$ die Größen m und g bestimmt, so muß f um so größer werden, je kleiner h angenommen wird, und umgekehrt. Nur diejenige Höhenberechnung ist richtig, die annehmbare Formzahlen gibt.

Es hat sich nun ergeben, daß man die Mittelhöhe richtig berechnet, wenn man die Formel anwendet:

$$h = \frac{g_1 h_1 + g_2 h_2 + g_3 h_3 + \dots}{g_1 + g_2 + g_3 + \dots\dots}$$

41. Diese Formel muß für wissenschaftliche Untersuchungen angewendet werden. Die Berechnung aus dem arithmetischen Mittel gemessener Bestandsmittelstämme genügt allenfalls für die Praxis, dort kann man über den theoretischen Fehler hinfortsehen. Genau genommen liegt die Mittelhöhe bei Stämmen, die etwas stärker sind, als die Stämme mit mittlerem Durchmesser.

Berechnung der Mittelhöhe für einen Kiefernbestand.

Höhe der fünf Klassen:

20 m — 21,4 — 22,2 — 22,8 — 23,6.

Arithmetisches Mittel

$^1/_5$ $(20{,}0 + 21{,}4 + 22{,}2 + 22{,}8 + 23{,}6) = 22{,}0$ m.

Abgekluppte Querfläche = 36 qm.

Davon fallen auf die fünf Klassen:

2,16 — 4,32 — 6,48 — 8,64 — 14,40 qm.

Daraus Mittelhöhe:

$$^1/_{36}\ (2{,}16 \cdot 20{,}0 + 21{,}4 \cdot 4{,}32 + 22{,}2 \cdot 6{,}48 + 22{,}8 \cdot 8{,}64 + 23{,}6 \cdot 14{,}40) = 22{,}7 \text{ m}.$$

Ist die Masse des Bestandes 360 fm, so ist die Bestandsformzahl je nach der Berechnung der Höhe

$$f = \frac{360}{36 \cdot 22{,}0} = 0{,}455.$$

$$f = \frac{360}{36 \cdot 22{,}7} = 0{,}441.$$

42. Die frühere Höhe eines Baumes kann man an Holzarten mit Quirlbildung durch Abzählung und Messung dieser ermitteln, sonst nur durch Zählung der Jahrringe auf Querschnitten in verschiedener Baumhöhe, also durch Stammanalyse. Will man solche vollständig durchführen, so ist der Stamm zu zerschneiden und auf jedem Querschnitte sind die Ringzahlen festzulegen. Die Differenzen zweier aufeinander folgender Querschnitte geben an, wieviel Jahre der Stamm brauchte, um die zwischenliegende Länge zu erwachsen. Hat der Stockabhieb 100 Jahre, die Querfläche in Brusthöhe 94, so brauchte der Stamm 6 Jahre, um vom Abhieb bis zur Brusthöhe zu erwachsen.

Bei Altersermittlungen und bei Analysen bis zum **ersten** Jahre herab muß auch die Zeit berücksichtigt werden, die der Stamm gebrauchte, um bis zur Stockhöhe zu erwachsen.

Das Ergebnis der Analyse ist graphisch aufzutragen und es sind dann die Unregelmäßigkeiten auszugleichen. Solche erhält man stets, weil der Schnitt selten die Spitze eines Jahrtriebes trifft, viemehr ihn in sehr verschiedener Weise teilt.

Ergebnis einer Höhenanalyse.

Jahrringe Höhe m		Differenzen	Höhe der Fichte Alter	Höhe	Ausgeglichen Alter	Höhe
0,16	39	—	3	0,16	5	0,7
0,73	36	3	6	0,73	10	3,1
1,30	35	1	7	1,30	15	5,9
2,30	34	1	8	2,30	20	8,7
3,30	31	3	11	3,30	25	11,5
4,30	30	1	12	4,30	30	14,3
5,30	28	2	14	5,30	35	16,7
6,30	26	2	16	6,30	40	18,7
7,30	25	1	17	7,30		
8,30	23	2	19	8,30		
9,30	21	2	21	9,30		
10,30	19	2	23	10,30		
11,30	17	2	25	11,30		
12,30	15	2	27	12,30		
13,30	14	1	28	13,30		
14,30	12	2	30	14,30		
15,30	10	2	32	15,30		
16,30	8	2	34	16,30		
17,30	5	3	37	17,30		
18,30	3	2	39	18,30		
19,30	0 (Spitze)	3	42	19,30		

Die Formzahlen.

43. Die Formzahlen sind Reduktionsfaktoren, die auf regelmäßige mathematische Körper angewandt werden, um aus ihnen den Inhalt des Baumes, des Schaftes, des Derb- oder Reisholzes zu finden.

44. Wir unterscheiden je nach dem Körper, auf den sich die Formzahl bezieht, Kegelformzahlen und Walzenformzahlen. Die ersteren, wenn sie sich auf den Baum- oder Schaftinhalt beziehen, sind immer größer als 1. Ihrer Herleitung nach müssen sie genau dreimal so groß sein, wie die Walzenformzahlen. Die Kegelformzahlen hat Cotta aufgestellt, jetzt sind nur Walzenformzahlen in Gebrauch.

45. Die Walze, auf die sich die Formzahlen beziehen, wird Idealwalze genannt. Sie wird in verschiedener Weise konstruiert und danach erhalten wir verschiedene Formzahlsysteme, nämlich das der unechten, der absoluten und der echten.

Bei der unechten hat die Idealwalze als Querfläche die des Baumes in 1,3 m Höhe vom Boden, als Länge die vom Abhiebe bis zur Spitze. Bei der absoluten Formzahl ist die Querfläche ebenso bestimmt, als Länge gilt aber nur die über der Klupphöhe liegende.

Bei der echten Formzahl wird als Länge der Idealwalze die Länge des Baumes vom Abhiebe bis zur Spitze eingesetzt, die Querfläche aber einem bestimmten Bruchteil dieser Länge entnommen. Man nimmt jetzt $1/_{20}$ der Höhe.

46. Die Formzahl ergibt sich aus der Grundgleichung

$$m = g\,h\,f \text{ mit dem Werte } \frac{m}{g\,h}.$$

Als m wird bei echter und unechter Formzahl die Masse über der Abhiebsfläche eingesetzt, bei der absoluten aber die Masse, die über der Klupphöhe liegt. Das sogenannte Unterstück, das ist das Schaftstück unter der Klupphöhe, bleibt außer Ansatz. Es wird besonders berechnet.

47. Bei jedem System der Formzahlen kann die Berechnung sich beziehen auf Derb- und Reisholz zusammen, dann erhalten wir Baum-Formzahlen, oder nur auf Derbholz, auf Reisholz oder nur auf Schaftholz. Danach unterscheiden wir Derbholz-, Reisholz-, Schaftholz-Formzahlen.

48. Die Formzahlen sind Größen, die sehr genau berechnete Unterlagen erfordern. Trotzdem zeigen sich in den Einzelwerten

lebhafte Schwankungen. Gesetzmäßigkeiten treten immer erst aus dem Durchschnitt vieler Untersuchungen hervor. Die aus solchen Durchschnitten hergeleiteten Formzahlen können ihrer Natur nach nicht für jeden Einzelstamm zutreffen, sondern auch wieder nur für eine Vielheit von Stämmen. Bei Bestandsaufnahmen haben wir es immer mit großen Stammzahlen zu tun und deshalb leisten uns hierbei die Formzahlen sehr gute Dienste, wenn sie auch bei Einzelstämmen häufig versagen.

Die Berechnung der Masse für Formzahlermittlungen erfordert bei den regelmäßig gewachsenen Schaftlängen sektionsweise Aufmessung und Kubierung, ebenso bei den starken Ästen. Das unregelmäßig gewachsene Holz, die schwachen Äste und das Reisig müssen durch Eichung in ihrer Masse bestimmt werden. Das Reisholz allein wird auch wohl durch Gewicht und Anwendung des Erfahrungssatzes in seiner Masse bestimmt, wonach 1 kg die Holzmasse von 1,1 Kubikdezimeter hat.

49. Es ist der Versuch gemacht, diese umständlichen Arbeiten zu umgehen und nach einigen wenigen Messungen die Formzahl zu berechnen. Diese Versuche beschränken sich auf die Schaftformzahl.

Strzelecki gab bereits 1883 folgendes Verfahren an: Man messe den Durchmesser in Brusthöhe, dividiere mit diesem in den Durchmesser, der in halber Schaftlänge gefunden wird, und multipliziere den erhaltenen Wert mit 0,707. Die Formel würde also lauten: $(D_M : D_B)\ 0{,}707$.

Erst im Jahre 1891 kam Kunze dann mit einem „neuen" Verfahren, das sich aber offenbar an das vorige anlehnt. Danach wird die Schaftformzahl gefunden für

$$\text{Fichte aus } \frac{D_M}{D_B} - 0{,}22772 + \frac{0{,}36275}{\text{Höhe}}$$

$$\text{Kiefer aus } \frac{D_M}{D_B} - 0{,}22619 + \frac{0{,}60497}{\text{Höhe}}$$

Auch andere Methoden sind inzwischen gegeben.

Philipp will die absolute Formzahl finden aus Brusthöhendurchmesser D und dem Durchmesser d, gemessen in $^1/_q$ der über

D liegenden Baumlänge H. Außerdem ist der Abstand zwischen D und d zu messen (h). Die Formzahl ist dann

$$= \frac{1}{1 + 2\,\frac{\log\frac{D}{2} - \log\frac{d}{2}}{\log H - \log h}}$$

50. Wäre für die Kubierung des Schaftholzes die in der Praxis allgemein gebräuchliche Formel Mittenquerfläche g mal Länge h richtig, so würde sich die Schaftformzahl ergeben als Quotient von Mittenquerfläche g und Brusthöhenquerfläche G, denn es ist $m = G\,h\,f$ und $m = g\,h$, also $f = \frac{g}{G}$.

Die Formel ist zur schnellen, annähernd richtigen Berechnung die einfachste, und man kann mit ihrer Hilfe ebenso gut die unechte wie die echte und absolute finden.

Bei der Fichte, deren Höhenanalyse S. 14 gegeben ist, war die unechte Schaftformzahl 0,538.

Das Näherungsverfahren nach Strzelecki ergab Durchmesser in Brusthöhe 197 mm, in halber Schaftlänge 147

$$f = \frac{147}{197}\,0{,}707 = 0{,}528.$$

Das Näherungsverfahren nach Weise
Querfläche in Brusthöhe 0,0305.
Querfläche in halber Schaftlänge 0,0170.
Formzahl $\frac{170}{305} = 0{,}557$.

Die absolute Schaftformzahl ist genau berechnet 0,492, nach dem Näherungsverfahren $\frac{g}{G} = \frac{154}{305} = 0{,}505$.

Die echte Schaftformzahl bezogen auf $^1/_{20}$ der Höhe ist genau berechnet = 0,513.

Querfläche in $^1/_{20}$ der Schaftlänge = 0,0320.
Querfläche in halber Schaftlänge = 0,0170.
Formzahl aus $\frac{g}{G} = \frac{170}{320} = 0{,}531$.

Die Formel hat dann aber auch noch einen großen theoretischen Wert, indem sie uns die Formzahlengesetze klar stellen hilft.

51. Wir wollen dabei von der unechten Schaftformzahl ausgehen. Die Formel lehrt, daß die unechte Schaftformzahl mit steigender Höhe abnimmt und zwar erst rasch, dann immer mehr verlangsamend.

Denken wir uns ein Stämmchen von 2,6 m Höhe, so ist dessen Formzahl nach der Formel = 1, denn g ist = G. Lassen wir die Höhe wachsen, so entfernt sich g von G und damit wird es kleiner, die Formzahl muß also fallen. Bei großen Stammlängen rückt g in Stammteile, die fast zylindrisch erwachsen sind und damit begründet sich ein sehr geringer Fall, ja auch ein Gleichbleiben der Formzahl.

Wir haben damit eine grundlegende Kurve gewonnen, mit deren Hilfe wir auch die Gesetze der anderen Formzahlen festmachen können.

52. Die unechte Baumformzahl. In die Berechnung tritt die Astmasse mit hinein. Sie ist in der Jugend dem Schaft gegenüber verhältnismäßig groß, wird mit zunehmender Höhe und Stärke des Schafts relativ geringer und hält sich von gewissem Alter ab auf relativ fast gleicher Höhe. Daraus folgt, daß in dem Formzahlbruch $\frac{m}{gh}$ der Zähler größer ist bei der Baumformzahl, als bei der Schaftformzahl. Relativ ist der Unterschied am größten bei kleinen Höhen, er fällt mit steigender Höhe. Also muß die unechte Baumformzahl bei kleinen Baumhöhen sehr viel größer als die Schaftformzahl sein. Sie fällt dann rascher, nähert sich mithin der Schaftformzahl, um schließlich in ziemlich gleichem Abstande über der Schaftformzahl zu bleiben.

53. Die unechte Derbholzformzahl. In dem Bruch $\frac{m}{gh}$ ist m bei jungem also niedrigem Holze = 0. Die Formzahl muß also zunächst 0 sein. Das Derbholz erscheint erst, wenn der Baum wächst, also muß die Formzahl von 0 aufsteigen.

Das Derbholz nimmt verhältnismäßig schnell zu, der Bruch $\frac{m}{gh}$ nähert sich deshalb dem für Schaftholzformzahlen bei steigender Höhe und zwar zuerst rasch. Steckt, wie es beim Nadelholz der Fall ist, in dem Astwerk kein Derbholz, so bleibt die Derbholzformzahl stets etwas unter der des Schaftes, sie kann über diese nur dann hinauswachsen, wenn im Astholz Derbholz enthalten ist.

54. Die absoluten Formzahlen sind sämtlich kleiner als die unechten, weil die Meßhöhe für g stets über derjenigen liegt, die bei der unechten in Rechnung tritt. In dem Bruche $\frac{g}{G}$ ist also der Zähler für die absolute Formzahl kleiner zu bewerten, während der Nenner der beiden Formzahlen gleich ist.

Da die Meßhöhe von g niemals mit der von G zusammenfallen kann, so hat die Schaftformzahlkurve bei 2,6 m Baumhöhe einen Wert weit unter 1. Mit steigender Höhe fällt sie nur in geringem Maße. Sie ist also eine weit stetigere Größe als die unechte Formzahl. Sie ist tatsächlich auch eine Formzahl, während die unechten nur Reduktionsfaktoren sind, aus deren Größe man nur unter Umständen auf die Form schließen kann.

55. Die echten Formzahlen. Wir nehmen an, daß die Querfläche G stets in $^1/_{20}$ der Baumhöhe gemessen wird. Dann ist offenbar diese Formzahl bei 26 m Höhe gleich der unechten, denn bei beiden wird G in gleicher Höhe, nämlich 1,3 m vom Boden, bestimmt. g wird ganz allgemein in derselben Höhe wie bei der unechten Formzahl gemessen. Der Bruch $\frac{g}{G}$ ist also bei beiden Formzahlen gleichwertig.

Wächst die Höhe, so steigt die echte Formzahl über die unechte, denn G rückt am Baum höher hinauf. In dem Bruch wird der Nenner kleiner, der Wert steigt.

Umgekehrt sinkt die echte Formzahl unter die unechte, weil G bei der echten tiefer am Stamm zu messen ist. In dem Bruche $\frac{g}{G}$ wächst der Nenner, der Wert fällt.

56. Die Formzahlen sind soweit von der Höhe abhängig, daß man den Einfluß von Brusthöhendurchmesser und Alter i. a. dagegen vernachlässigen kann.

57. Auf die Größe der Formzahl hat aber nicht nur die Höhe, wie sie fertig vorliegt, einen Einfluß, sondern auch die Art, wie sie sich aufbaute. Der Gang des Höhenwuchses, wie er durch Untersuchungen festgelegt ist, bewirkt, daß der Schaft unserer Waldbäume vollholzig wird. Der innere Grund liegt darin, daß der Höhenzuwachs früh kulminiert und dann langsam aber dauernd fällt. Die Zurückhaltung des Höhenwuchses in der Jugend — etwa durch zu engen Stand — eine späte Kulmination, macht den Schaft abholzig. Der Beweis läßt sich leicht durch Zeichnung führen, wenn man die Ringbreiten durch alle Lebensalter und alle Teile des Schaftes als gleichbleibend annimmt, und damit den Einfluß verschiedener Ringbreiten eliminiert.

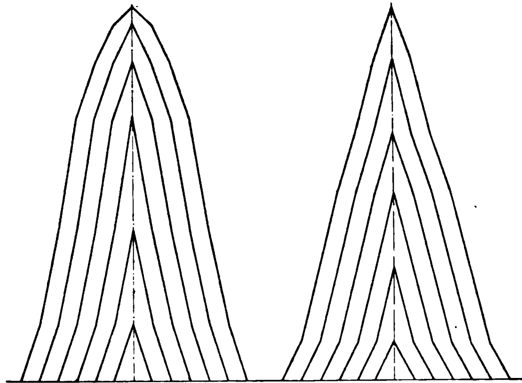


Abbildung 1.

58. Unsere Wirtschaft in geschlossenen Hochwaldbeständen hat zwar eine sehr gleichmäßige Höhenausbildung zur Folge, immer aber bleiben Ungleichheiten, die an sich schon ein Schwanken der Formzahlen erklären.

59. Die Formzahl wird dann aber noch beeinflußt durch die Art der Jahrringablagerung am Stamm und diese ist wieder

abhängig von der Stellung der Bäume zueinander. Stämme mit geringem Wachsraume und schmächtigen Kronen zeigen überall nur schmale Jahrringbreiten, die Ringbreite ist dabei unter dem Kronenanfang am wenigsten schmal, je weiter abwärts am Schaft, um so geringer wird sie. Stämme mit mittleren Kronen und mittlerem Wachsraum zeigen gute Jahrringe in allen Schaftteilen, immer aber noch die Erscheinung, daß die Breite unter der Krone am größten ist und abwärts am Schaft fällt. Die Erscheinung verliert sich erst bei den starken Stämmen mit verhältnismäßig großem Wachsraum, sie haben überall gleiche Ringbreiten. Lichtstellungen bewirken eine Ringbildung, die in den unteren Schaftteilen breiter als oben ist.

Der Einfluß der Stellung zu den Nachbarn läßt sich also dahin festlegen, daß Stämme im engen Stande vollholzig werden können, ebenso bei normalem Schluß. Je mehr Wachsraum aber geboten ist, je mehr der Schluß gelöst wird, desto mehr Neigung zu abholzigem Wuchse liegt vor.

Nun stehen die Bäume im Bestande sehr verschieden zu einander, es wogt ein fortwährender Kampf um den Wachsraum, solange eben der Schluß gehalten wird; jeder einzelne Baum hat aber in bezug auf Wachsraum seine besonderen Schicksale und so kommt es, daß die Formzahlen der einzelnen Stämme in jedem Bestande schwanken.

Die Schwankungen sind aber nicht so bedeutend, daß sich nicht brauchbare Mittelwerte aufstellen ließen.

60. Will man schnell einen brauchbaren Näherungswert für die Schaftformzahl haben, so ist die Formel $\frac{g}{G}$ am besten verwendbar. Sie bringt aber in der Regel Werte, die um einige Hundertteile zu hoch sind. Sie ist trotzdem brauchbarer als Schubergs Korrektionstabelle für Weißtannenformzahlen. Schuberg hat berechnet, wie sich normal der Brusthöhendurchmesser zum Durchmesser in halber Höhe verhält. Das normale Verhältnis würde auch die Anwendung der Durchschnittsformzahl nach sich ziehen. Abweichungen sind zu berücksichtigen. Schuberg gibt eine Tabelle,

aus der ersichtlich ist, wieviel Zuschlag oder Abschlag die Abweichung erfordert.

61. Grundner hofft die Schwankungen aufzuheben durch Gruppierung der Formzahlen für gleiche Baumhöhen nach dem Dimensionsquotienten, d. i. das Verhältnis h : d. Bei gleichen Quotienten wird auch die Formzahl eine gleichmäßige Größe sein. Der Formquotient wächst nun i. a. mit dem Sinken des Wachsraumes und sinkt, wenn der Wachsraum steigt. Wir würden also bei Annahme des Grundnerschen Gedankens die Formzahlen für gleiche Stammhöhen nach dem Wachsraumsanspruch sondern.

Die Produkte von zwei der vorher besprochenen Größen.

62. Aus der allgemeinen Gleichung m = ghf erhalten wir

1. $gh = \frac{m}{f}$ = Idealwalze,

2. $gf = \frac{m}{h}$ = Faktor zur Höhe,

3. $hf = \frac{m}{g}$ = Formhöhe.

Die Idealwalze.

63. Sie hat nur Bedeutung als Hilfsgröße für Berechnung der Formzahlen. Bei stammweiser Berechnung derselben sind Fehler in der Bestimmung der Querfläche der Idealwalze fast ausgeschlossen. Zweifel über die Höhe können aber entstehen z. B. bei knickig erwachsenem Holze, wie es z. B. alte Eichen haben. Bei solchen erhält man aus der Summe der Sektionslängen eine zu große Höhe. Man darf daher nur den geradlinigen lotrechten Abstand von Spitze und Abhieb einsetzen.

64. Will man für einen ganzen Bestand dessen mittlere Formzahl direkt herleiten, so muß man die Mittelhöhe so berechnen, wie es früher gezeigt ist. Eine unrichtige Berechnung muß auf die mittlere Formzahl einwirken.

Es ist grundsätzlich beim Beginn der Versuchsarbeiten die Mittelhöhe nicht richtig berechnet. Die Folge davon war, daß sich aus den Arbeiten die Bestandsformzahl als eine besondere

Größe abheben mußte, die nicht in Einklang zur Formzahl eines Einzelstammes stand.

65. Die Bestandsformzahl als solche mußte solange festgehalten werden, wie man an der unrichtigen Methode der Berechnung der Mittelhöhen festhielt. Als man die Methode berichtigte, fielen die Bestandsformzahlen zusammen mit den Baumformzahlen.

In Baurs Fichtentafel II Bonität steckt z. B. bei 22 m Höhe nach Querfläche und Masse die Formzahl 0,608 für Gesamtmasse, für Derbholz 0,521. Als durchschnittliche für den Einzelstamm geltende Zahlen gibt er aber an 0,579 und 0,487.

In den Weiseschen Kiefern-Ertragstafeln sind die in den Tafeln enthaltenen Formzahlen ausdrücklich als Bestandsformzahlen bezeichnet.

Der Faktor zur Höhe.

66. Die Größe hat Interesse für Bestände. Die Querfläche der Bestände steigt bei Einhaltung des Schlusses sehr schnell bis zu einem nach Holzart und Standort bestimmten Maße, zeigt dann aber nur noch geringe Veränderung und zwar wächst sie meistenteils noch um ein geringes.

Die Formzahl ist hingegen eine Größe, die mit steigendem Alter, also steigender Höhe fällt. Wir haben gesehen, daß auch die Formzahl, wenn einmal eine bestimmte Baumhöhe erreicht ist, wenig Änderung zeigt. Meist fällt sie noch um ein geringes.

Hieraus folgt, daß der Faktor zur Höhe unter Umständen durch lange Zeiträume hindurch eine Konstante sein kann, nämlich dann, wenn die Steigerung der Querfläche durch den Fall der Formzahl aufgehoben wird oder beide Größen eine jede für sich Konstante werden.

Für rasche Bestandsmassenschätzung kann daher unter solchen Bedingungen der Faktor in der Praxis große Bedeutung haben. Wie er in der Theorie zu verwerten ist, tritt namentlich bei den Ertragstafeln hervor*).

*) Der Faktor zur Höhe ist 1878 von mir in die Literatur eingeführt. Der Verein der forstlichen Versuchsanstalten legte ihm keinen Wert bei und so blieb er fast unbeachtet. Er ist inzwischen mehrfach neu entdeckt, hat auch neue Namen erhalten.

67. Faktoren zur Höhe.

Kiefer. Weise: Ertragstafeln für die Kiefer 1880.

Bonität	I	II	III	IV	V
40 Jahre	21,4	21,6	19,2	17,8	17,3
50 „	21,0	21,3	18,9	18,2	17,2
60 „	21,4	20,8	18,4	18,2	17,5
70 „	21,6	20,3	18,2	18,0	17,5
80 „	21,9	20,1	18,1	17,5	17,2
90 „	22,0	19,9	18,2	17,2	16,9
100 „	22,4	19,7	18,1		
110 „	22,7	19,6	18,3		
120 „	22,8	19,8	18,3		

Weise: Ertragstafeln in Nr. 10 der Mündener Hefte S. 32/33.

	I	II	III	IV	V
	21,0	20,0	19,0	17,0	15,0

Schwappach: Ertragstafeln von 1896.

	I	II	III	IV	V
40 Jahre	18,6	18,2	18,1	17,8	14,5
60 „	19,5	18,7	18 4	17,5	15,9
80 „	20,2	19,4	18,5	17,2	15,5
100 „	20,4	19,4	18,3	16,7	15,1
120 „	20,4	19,4	18,4		

Weißtanne. Faktoren zur Höhe nach Weise.

Bonität	I	II	III	IV
Höhe 20 m	33,0	30,5	28,0	25,5
„ 22 „	34,3	31,7	29,1	26,6
„ 24 „	35,7	33,0	30,3	27,6
„ 26 „	37,0	34,2	31,4	28,6
„ 28 „	38,3	35,5	32,6	29,7
„ 30 „	39,7	36,7	33,7	30,7
„ 32 „	41,0	37,9	34,8	
„ 34 „	42,3	39,2		
„ 36 „	43,7			
„ 38 „	45,0			

Buche. Faktoren zur Höhe, berechnet von Weise nach Baurs Ertragstafeln.

Bonität		I		II		III		IV	
		Höhe	Faktor	Höhe	Faktor	Höhe	Faktor	Höhe	Faktor
50	Jahre	18,6	18,2	16,4	16,1	14,0	13,8	11,0	13,3
60	„	21,6	19,5	19,0	18,1	16,9	14,8	13,5	14,2
70	„	24,0	20,9	21,0	19,8	18,9	16,4	15,5	15,3
80	„	26,0	22,3	23,0	20,9	20,9	17,5	17,5	16,0
90	„	28,0	23,3	25,0	21,8	22,0	19,1	18,6	17,2
100	„	29,8	24,1	26,6	22,7	23,0	20,5	19,6	18,4
110	„	30,8	25,1	27,6	23,9	24,0	21,7	20,6	19,4
120	„	31,8	26,4	28,6	24,0	25,0	22,7	21,6	20,1

Fichte. Faktoren, berechnet aus den Baurschen Tafeln
Bonität I 27—29, der kleine Faktor für junge Bestände
„ II 29—30
„ III 26—31
„ IV 25—28.

Auch andere Untersuchungen bestätigen ein Ansteigen des Faktors mit dem Alter. Nach den wiederholten Aufnahmen geschlossener Bestände ist er anzunehmen für

Bonität	I	bei	Beständen	über	16 m	Höhe zu	35—36
„	II	„	„	„	„	„ „	32—33
„	III	„	„	„	„	„ „	29—30
„	IV	„	„	„	„	„ „	26—27
„	V	„	„	„	„	„ „	23—25.

Überall ist hierbei das Reisholz mit enthalten und sind diese Faktoren daher für die Praxis, wenn man das Reisholz ausschließen will, nicht zu verwenden.

(Weiteres bei der Massenermittlung der Bestände.)

Die Formhöhe.

68. Die Formzahl erwies sich als hauptsächlich von der Höhe abhängig. Für eine bestimmte Höhe wird deshalb das Produkt hf eine Konstante sein. Darauf beruht die große Brauchbarkeit dieser Größe für die Massenermittelung in der Praxis.

69. Verändert man die Höhe, läßt sie von Meter zu Meter wachsen, so wissen wir, daß die zugehörigen Formzahlen fallen. Bei Baum- und Bestandshöhen, die über 10 m liegen, entsteht in dem Produkt hf aus Steigen und Fall des einen und anderen Faktors eine Größe, die sehr gesetzmäßig verläuft.

70. In einem gegebenen Bestande nimmt im allgemeinen die Höhe mit dem Durchmesser zu, also auch die Formhöhe.

Sind in einem Bestande wesentliche Höhenunterschiede vorhanden, so wird es sich daher stets empfehlen, Höhenklassen bezw. Durchmesserklassen zu bilden und für jede die besondere Formhöhe in Anwendung zu bringen.

71. Zu beachten ist, daß man für die Formhöhe nicht nur den Wert hf hat, sondern auch den Wert $\frac{m}{g}$.

Da für gleiche Höhen die Formhöhe gleich ist, so folgt daraus der sehr wichtige Satz:

Daß in Beständen und bei Bäumen von gleicher Höhe die Massen sich wie die zugehörigen Querflächen verhalten.

Denn $hf = \frac{m_1}{g_1} = \frac{m_2}{g_2} = \frac{m_3}{g_3} \cdots$ also auch $\frac{m_1}{g_1} = \frac{m_3}{g_3}$.

72. Auf diesem Satze beruht die Bestandsmassenermittelung nach Probestämmen. Diese selbst charakterisiert sich aber damit auch als ein Formhöhenverfahren, denn wir benutzen für die Massenberechnung die Proportion: Es verhält sich die gesuchte Masse m_1 zu deren bekannter Querfläche g_1 wie die Masse der Probestämme m_2 zu deren Querfläche g_2 oder mit anderen Worten: Da die Formhöhe der Probestämme auch die des Bestandes (Klasse) ist, kann man diese zur Berechnung der Bestandsmasse (Klasse) verwenden.

73. Die Formhöhe ist unabhängig vom Schlußgrad, wodurch ihre Verwendbarkeit wesentlich erhöht wird.

74. Formhöhen.

Für die Kiefer (Weise).

Höhe	Formhöhe	Höhe	Formhöhe	Höhe	Formhöhe
10 m	6,4 m	18 m	9,6 m	26 m	12,8 m
11 „	6,8 „	19 „	10,0 „	27 „	13,2 „
12 „	7,2 „	20 „	10,4 „	28 „	13,6 „
13 „	7,6 „	21 „	10,8 „	29 „	14,0 „
14 „	8,0 „	22 „	11,2 „	30 „	14,4 „
15 „	8,4 „	23 „	11,6 „	31 „	14,8 „
16 „	8,8 „	24 „	12,0 „		
17 „	9,2 „	25 „	12,4 „		

Für die Fichte (Philipp, Hilfstafeln für Forsttaxatoren).

Höhe	Formhöhe	Höhe	Formhöhe	Höhe	Formhöhe
10 m	7,4 m	21 m	12,7 m	32 m	16,7 m
11 „	7,9 „	22 „	13,1 „	33 „	17,0 „
12 „	8,5 „	23 „	13,5 „	34 „	17,3 „
13 „	9,0 „	24 „	13,9 „	35 „	17,6 „
14 „	9,5 „	25 „	14,3 „	36 „	17,9 „
15 „	9,9 „	26 „	14,7 „	37 „	18,1 „
16 „	10,4 „	27 „	15,1 „	38 „	18,4 „
17 „	10,9 „	28 „	15,4 „	39 „	18,6 „
18 „	11,4 „	29 „	15,7 „	40 „	18,9 „
19 „	11,9 „	30 „	16,1 „		
20 „	12,3 „	31 „	16,4 „		

Für die Weißtanne (Weise).

Höhe	Formhöhe	Höhe	Formhöhe	Höhe	Formhöhe
10 m	7,3 m	21 m	12,8 m	32 m	17,1 m
11 „	7,8 „	22 „	13,3 „	33 „	17,35 „
12 „	8,3 „	23 „	13,8 „	34 „	17,6 „
13 „	8,8 „	24 „	14,3 „	35 „	17,85 „
14 „	9,3 „	25 „	14,8 „	36 „	18,1 „
15 „	9,8 „	26 „	15,2 „	37 „	18,3 „
16 „	10,3 „	27 „	15,5 „	38 „	18,5 „
17 „	10,8 „	28 „	15,9 „	39 „	18,7 „
18 „	11,3 „	29 „	16,2 „	40 „	18,9 „
19 „	11,8 „	30 „	16,5 „		
20 „	12,3 „	31 „	16,8 „		

Für die Buche (nach Philipp).

Höhe	Formhöhe	Höhe	Formhöhe	Höhe	Formhöhe
10 m	6,6 m	17 m	9,8 m	24 m	13,5 m
11 „	7,0 „	18 „	10,3 „	25 „	14,1 „
12 „	7,4 „	19 „	10,8 „	26 „	14,6 „
13 „	7,9 „	20 „	11,4 „	27 „	15,2 „
14 „	8,3 „	21 „	11,9 „	28 „	15,7 „
15 „	8,8 „	22 „	12,4 „	29 „	16,3 „
16 „	9,3 „	23 „	13,0 „	30 „	16,9 „

Das Alter

75. wird beim einzelnen Baume bestimmt durch Zählen der Ringe auf dem Stock. Der gefundenen Zahl werden noch einige Jahre hinzugefügt, wenn der Schnitt, wie es gewöhnlich der Fall ist, in der oberirdischen Masse geführt wird.

76. Zu beachten ist, daß gedrängt stehende Stämme tief am Schaft zuweilen mit der Ringbildung aussetzen. Anderseits kommen Scheinringe vor, die leicht einen Ring als zwei zählen lassen.

77. Die Ringzählung erfordert ein scharfes Auge und große Sorgfalt, wenn sie genau sein soll.

78. Das mittlere Alter a eines Bestandes, wie er steht, ist zu berechnen nach der Formel

$$a = \frac{g_1 a_1 + g_2 a_2 + g_3 a_3 + \ldots}{g_1 + g_2 + g_3 + \ldots\ldots}.$$

Die Anwendung der Formel fordert, daß man den Bestand in Stammklassen nach Stammstärken und gleichen Stammzahlen teilt und an Mittelstämmen die Zählungen vornimmt. Damit erhält man die Zahlenwerte für $a_1, a_2 \ldots.$ während $g_1, g_2 \ldots.$ die Querflächen zu den in Brusthöhe gekluppten Durchmessern sind.

79. Die Anwendung des arithmetischen Mittels läßt die eigentümliche Erscheinung hervortreten, daß die Bestände im Alter nicht steigen nach Maßgabe der verflossenen Zeit. Das Alter nimmt nämlich i. a. mit den Stammstärken zu. Das tritt namentlich in natürlichen Verjüngungen hervor, abgeschwächt aber auch beim Kahlschlagbetrieb.

Die schwächsten Stämme haben i. a. die geringste Lebensdauer, verschwinden also am ersten aus der Rechnung und damit ist die oben berührte Erscheinung erklärt.

80. Die oben angegebene Formel vermeidet die Wunderlichkeit des Rechnungsergebnisses nicht ganz, schwächt sie aber wesentlich ab.

Will man sie ganz vermeiden, so darf man die Altersbestimmung nur nach herrschenden Stämmen vornehmen, oder muß ein Gründungsjahr festsetzen und festhalten.

81. Zu der Bestimmung des Alters kann man sehr leicht und in erheblicher Weise irren namentlich bei Holzarten, die wie Buche und Weißtanne in der Jugend viel Druck ertragen und in natürlicher Verjüngung erzogen werden. Bei der Weißtanne, die fast zuwachslos viele Jahre in der Verjüngung steht, ist die Altersbestimmung am schwierigsten und es ist deshalb der Vorschlag gemacht, dem tatsächlichen ein wirtschaftliches Alter entgegenzusetzen. Lorey schlägt vor, die Ringe nur soweit zu zählen, wie sie leicht zu unterscheiden sind, also die Jahre, wo der Stamm vom Druck des Mutterbestandes befreit war, die engen Ringe aber — also den Zeitraum des Drucks — nach seinem Durchmesser in bestimmter Weise einzuschätzen, gleichviel welche Zahl von Ringen tatsächlich darin steckt. Er nennt das so ermittelte Alter das wirtschaftliche. Der Gedanke hat wenig Anklang gefunden.

82. Auf irgend eine Art muß aber die Verlegenheit bei der Bestimmung des Alters gelöst werden.

Am zweckmäßigsten und einfachsten ist es, wie vorhin vorgeschlagen, für jeden Bestand ein Gründungsjahr festzulegen, von dem aus das Alter nach Maßgabe der verflossenen Kalenderjahre berechnet wird.

Dieses Jahr ist in die Abschätzungswerke aufzunehmen. Es liegt damit urkundlich fest.

Zweiter Abschnitt.

Ermittlung der Masse eines stehenden Baumes.

1. In früherer Zeit ist viel nach Augenmaß geschätzt. Die Fertigkeit darin läßt sich nur durch Übung erwerben und erhalten. Bei der Fülle von leicht verwendbaren Hilfsmitteln sollte man die Schätzung lediglich nach Augenmaß aufgeben und zum mindesten den Durchmesser wirklich messen.

Damit wird dann aber auch schon verwendbar:

Das Denzinsche Verfahren.

2. Es besteht darin, daß man den Durchmesser in Dezimetern feststellt und die gefundene Zahl ins Quadrat erhebt. Rückt man danach das Komma um eine Stelle nach links, so hat man den Inhalt des Stammes in Festmetern.

Es würde also sein $m = \frac{d^2}{10}$.

Die allgemeine Gleichung ist $m = g\,h\,f$. Will man daraus m in Festmetern wissen und kennt nicht g, sondern den Durchmesser in Dezimetern 0,d, so würde die Formel lauten $\frac{d^2}{100}\frac{\pi}{4}\,h\,f$.

Es ist also $\frac{d^2}{10} = \frac{d^2}{100} \cdot \frac{\pi}{4}\,h\,f$, woraus folgt

$$h\,f = \frac{40}{\pi}$$
$$= 12{,}7.$$

3. Das Verfahren kommt also heraus auf Anwendung einer konstanten Formhöhe. Zu einer solchen gehört für jede Holzart eine bestimmte Höhe und es ist zu untersuchen, bei welcher Höhe für eine gegebene Holzart die Voraussetzung der Formel zutrifft.

Auch empfiehlt es sich für weitergehende Benutzung der Formel, Sätze für Ab- und Zuschlag zu berechnen, denn für geringere Höhen, als vorausgesetzt, wird die Schätzung zu hoch, für größere zu klein.

4. Nach den S. 27 u. 28 gegebenen Formhöhen liegt die Formhöhe 12,7

für Kiefern . . .	bei	26 m	Baumhöhe
„ Fichten . . .	„	21 m	„
„ Weißtannen .	„	21 m	„
„ Buchen . . .	„	22,5 m	„

Hier ist das Reisig einbegriffen.

Will man nur Derbholz einschätzen und für die Praxis verwendbare Werte gewinnen, so wird man bei größeren Baumhöhen die Formel zutreffend finden.

Für die Praxis empfiehlt sich, auf den Schlägen zu prüfen, für welche Höhen die Formel örtlich gilt.

Die Berechnung aus Durchmesser, Höhe und Formzahl.

5. Der Durchmesser wird mit Meßband oder Kluppe bestimmt, die Höhe mit einem Höhenmesser festgestellt und die Formzahl allgemeinen Tafeln entnommen. Schlägt man dann in einer Kreisflächen-Tafel die zum Durchmesser gehörige Querfläche auf, so ist das Produkt $g\,h\,f = m$.

Hat man eine Tafel, aus der man die zu der gemessenen Höhe gehörige Formhöhe entnehmen kann, so vereinfacht sich damit die Rechnung.

Noch einfacher gestaltet sich das Verfahren, wenn man die Massentafeln benutzt. Sie geben für bestimmte Durchmesser und Baumhöhen die Masse an. Passen die Stufen dieser Tafeln nicht genau auf den vorliegenden Einzelfall, so ist entsprechend zu interpolieren.

6. Man wird außerdem aber auch dem besonderen Charakter des gegebenen Einzelstammes Rechnung tragen, denn die Massentafeln können nur Durchschnittszahlen geben und treffen daher auch nur auf Stämme zu, die im Aufbau den Durchschnittscharakter haben.

7. Aus diesen Darlegungen ist ersichtlich, daß bei Schätzung einzelner Bäume auch bei Anwendung moderner Hilfsmittel das sachverständige Urteil eine wesentliche Rolle spielt und die Ermittlung der Masse eines Einzelstammes keinenfalls zu einer mechanischen Arbeit herabsinkt. Die Anwendung der betr. Hilfsmittel wird aber jedenfalls vor groben Fehlern sichern.

Das Preßlersche Richtpunktverfahren

8. ist überflüssig kompliziert und sollte aus den Lehrbüchern der Holzmeßkunde wieder verschwinden. Angewendet wird es im Walde nur äußerst selten.

9. Zu verfahren ist folgendermaßen:

Man kluppt den stehenden Baum. Die Höhe 1,3 m ist nicht ausdrücklich vorgeschrieben, ist aber, wenn nicht besondere Gründe dagegen sprechen, zu wählen. D sei der Durchmesser, g die zugehörige Querfläche.

Dann sucht man denjenigen Punkt bezw. die Zone an dem Stamme auf, wo der Durchmesser nur noch die Hälfte des unten gekluppten Durchmessers ist. Hierfür bedient man sich des Meßknechts und des Richtrohrs, zweier grob in Pappe konstruierter Instrumente, die leider ein genaues Arbeiten kaum ermöglichen.

Der Punkt mit halbem Durchmesser ist der Richtpunkt. Die Höhe des Richtpunkts über der Kluppstelle die Richtpunkthöhe h.

Die Richthöhe H ist die Entfernung des Richtpunktes vom Abhieb.

Der Schaftinhalt des über der Kluppstelle liegenden Holzes ist

$$= {}^2/_3\, g \cdot h.$$

10. Die unterhalb liegende Masse wird zunächst als Walze angesehen mit der Querfläche g und der Länge l (Kluppstelle bis Abhieb). Die ganze Masse ist demnach

$$= {}^2/_3\, g\ h + g\, l$$
$$= {}^2/_3\, g\, (h + \tfrac{3}{2}\, l).$$

Die Entfernung des Richtpunktes vom Abhieb (h + l) haben wir aber als Richthöhe H bezeichnet, also würden wir auch schreiben können

$$= {}^2/_3\, g\, \left(H + \tfrac{l}{2}\right).$$

Diese Höhe H $+ \frac{1}{2}$ hat Preßler dann wieder die volle oder verbesserte Richthöhe genannt und sie ist es, die jetzt gewöhnlich unter Richthöhe verstanden wird.

11. Bisher unbeachtet ist geblieben die Verdickung des Stammes von der Kluppstelle zum Abhieb hin. Diese Verdickung nennt Preßler Schenkelholz und er gibt für die Berechnung folgende Regel: Teile den in Brusthöhe gekluppten Durchmesser durch 10, miß die Verdickung bei $\frac{1}{2}$, dividiere mit $^1/_{10}$ D in die nach Zentimetern gemessene Verdickung. Der Quotient gibt an, wie oft $^1/_3$ g l der früher gefundenen Masse noch hinzuzufügen ist.

Beispiel für die Berechnung einer Fichte.

Die Fichte mißt in 1,3 m Brusthöhe 19,7 cm und hat 9,8 cm in 13 m über Brusthöhe. Die Stockhöhe ist 16 cm.

Die Richtpunktshöhe h ist also 13 m,
die Richthöhe 13 + 1,14 = 14,14,
die volle Richthöhe 14,14 + 0,57 = 14,71.

Der Schaftinhalt des über Brusthöhe liegenden Schafts ist also

$\frac{2}{3}$ g h = $^2/_3$ 0,0305 · 13 = 0,264.

Das Unterstück hat 1,14 m Länge.

Die Schaftmasse ohne Schenkelholz ist also

$^2/_3$ 0,0305 · 14,71 = 0,299 fm.

Dazu kommt das Schenkelholz.

Der Mittendurchmesser des Unterstücks ist 221 mm, der Brusthöhendurchmesser 197 mm, die Verdickung also 24 mm.

Der zehnte Teil des Brusthöhendurchmessers ist 19,7 mm, die Größe ist in 24 enthalten 1,22 mal. Danach beträgt das Schenkelholz 1,22 · $\frac{1}{3}$ 0,0305 · 1,14 = 0,015.

Ganze Schaftmasse 0,299 + 0,015 = 0,314.

13. Der Preßlersche Richtpunkt ist nur bei Bäumen mit durchgehendem Schaft feststellbar. Bei Gabelung des Schaftes will Preßler die Größe $^1/_2$ D durch $^1/_3$ D (reichlich) ersetzen. Teilt der Schaft sich in drei Stränge, so wird $^1/_3$ D (knapp) genommen, bei vier Strängen $^1/_4$ D.

Diese Bestimmungen haben für die Praxis kaum einen Wert, zumal es an einem brauchbaren einfachen und billigen Instrumente fehlt, um Durchmesser in der Höhe zu messen. Deshalb ist in der Praxis auch nicht durchführbar:

14. Die sektionsweise Messung und Kubierung stehender Bäume, es sei denn, daß man die Photographie zu Hilfe nimmt und die erforderlichen Messungen mit dem Zirkel am Bilde vornimmt.

15. Auch die Berechnung nach der Hoßfeldschen Formel ist nicht durchführbar. Für diese ist die Höhe des Baumes zu messen, davon $1/3$ zu nehmen. In dieser Höhe ist der Stamm zu kluppen und die zugehörige Querfläche g zu bestimmen. Dann ist die Masse des Baumes $g\,h \cdot 0{,}75$.

Das Verfahren beruht auf dem Gedanken, daß sowohl für die Form des gemeinen Kegels, wie für die des Paraboloids, die Formzahl 0,75 ist, wenn für die Idealwalze die Querfläche in ein Drittel der Höhe genommen wird.

Hat der Baum die Form eines Paraboloids, so ist sein Inhalt: Basis · Höhe · 0,50 = $G \cdot h \cdot 0{,}50$.

Mißt man die Querfläche in $1/3$ der Höhe, so ist sie beim Paraboloid = $2/3$ der Basis. Die Masse würde demnach unter Anwendung der Hoßfeldschen Formel sein

$$= 2/3\, G\, h \cdot 0{,}75 = G \cdot h \cdot 0{,}50.$$

Hat der Baum die Form des geradseitigen Kegels, so ist sein Inhalt: Basis · Höhe · 0,333 = $1/3\, G\, h$.

In $2/3$ der Höhe ist die Querfläche $\frac{4}{9}$ der Basis. Der Inhalt ist also nach Hoßfeld = $\frac{4}{9}\, G\, h \cdot 0{,}75 = 1/3\, G\, h$.

16. Beispiel für die Anwendung der Hoßfeldschen Formel. Die Fichte ist hoch 19,14 und hat in $1/3$ der Schaftlänge 17 cm Durchmesser. Masse = $0{,}023 \cdot 19{,}14 \cdot 0{,}75 = 0{,}330$.

Dritter Abschnitt.

Die Ermittlung der Masse eines stehenden Bestandes.

1. Auch hierfür hat sich die Schätzung nach Augenmaß bis auf die Gegenwart erhalten, ebenso wie bei Einzelstämmen. Die Kunst des richtigen Einschätzens ist aber auch hier nur durch Übung zu erwerben und zu erhalten und zwar nur für denjenigen, dem die Gabe des Augenmaßes überhaupt verliehen ist. Zur Einübung benutzt man die demnächst zum Hiebe kommenden Bestände. Auch werden wohl Musterstücke mit anderen Hilfen genau aufgenommen, festgelegt und als Maßstab benutzt.

Das Verfahren bleibt trotz solcher Hilfen unsicher und sollte nur als Notbehelf gelten.

2. In unregelmäßig und raum bestockten Flächen geht man zur Schätzung der Einzelstämme über. Man zerlegt hierfür den Bestand in Streifen, deren Grenzen durch Schalme, Bodenlinien oder Bindfaden bezeichnet werden. Die Streifen werden dann durchgangen und dabei wird jeder Stamm eingeschätzt. Um Doppelschätzungen oder Überschlagen zu vermeiden, bezeichnet man jeden eingeschätzten Stamm — am besten mit rot oder blau gefärbter Kalkmilch oder mit Kreide; der Reißer sollte nur bei rauhborkigen Stämmen in Anwendung kommen, weil glattrindige leicht Wunden erhalten, die die Nutzholztüchtigkeit beeinträchtigen.

Die Anwendung von Faktoren zur Höhe.

3. Die Ertragsuntersuchungen haben ergeben, daß in Normalbeständen die Faktoren zur Höhe nach bestimmten Gesetzen ver-

laufende Größen sind. Die theoretische Betrachtung hat uns zu demselben Schluß geführt. Vgl. S. 23.

Für die Praxis sind die allgemein entwickelten Faktoren dennoch nicht ohne weiteres gültig, weil sie eben nur für normalen Schluß gelten, also auch nur für bestimmte Querflächen. Der Schluß ist ein relativer Begriff. Die von berufener Seite erfolgte Auswahl von Ertragsprobeflächen mit normalem Schluß lehrt uns das in deutlicher Weise. Im allgemeinen nimmt der Schluß von Norden nach Süden zu und im Walde macht man die Erfahrung, daß süddeutsche Forstwirte die normal geschlossenen Bestände Norddeutschlands nicht als solche gelten lassen.

4. Trotzdem ist die Anwendung der Faktoren gerade in der Praxis von Wert. Man muß nur eine besondere, ihr angepaßte Ermittelung eintreten lassen. Man gehe zu dem Zwecke folgendermaßen vor:

Beim Kahlschlagbetriebe messe man auf den zum Hiebe kommenden Schlägen an herrschenden Stämmen — nicht an den vorherrschenden und stärksten — die Höhe. Man schließt also die höchsten grundsätzlich aus und gewinnt eine Zahl, die man als Mittelhöhe gelten lassen kann, namentlich wenn man nach unten auf Dezimeter abrundet.

Man stelle dann den buchmäßigen Einschlag fest, berechne ihn auf die Flächeneinheit und leite aus Masse und Höhe den Faktor ab.

5. Geschieht das wiederholt, so wird man bald zu Zahlen kommen, die gut für weitere Schätzungen verwendbar sind und mit denen viel sicherer und leichter zu arbeiten ist, als mit der Schätzung nach Augenmaß.

Um die Masse weiterer Bestände zu ermitteln, bedarf es dann nur der Messung einiger gut gewählter Höhen, der Herleitung des Mittels daraus und der Multiplikation mit dem für angemessen zu erachtenden Faktor.

6. Daß die Faktoren nach Bonität sich abstufen, lehren die Ertragsuntersuchungen.

Auch dieses Verfahren ist also nicht mechanisch verwendbar, sondern fordert sachgemäßes Urteil.

Man lasse es sich auch nicht verdrießen, wenn die ersten Zahlen unvermutet weit voneinander liegen.

Nach Massentafeln.

7. Massentafeln sind Tafeln, aus denen man die Masse eines einzelnen Stammes entnehmen kann, wenn man den Durchmesser in Brusthöhe und die Baumhöhe kennt.

Zu ihrer Herleitung sind in sehr großem Maßstabe Massenermittelungen von Einzelstämmen und Formzahlberechnungen vorgenommen. Wir haben daraus aber auch eine Grundlage für die Massenschätzung gewonnen, die außerordentlich wertvoll ist.

8. Der Gedanke, solche Tafeln aufzustellen, ist uns schon von Cotta und König überkommen. Namentlich König hat die Sache gefördert, aber doch nicht auf den Punkt allgemeiner Anerkennung gebracht. Formzahlen sind, wie wir gesehen haben, Werte, die großen Schwankungen unterworfen sind und die sich brauchbar erst aus vielen Erhebungen ergeben. Die Arbeit eines einzelnen genügt dafür nicht, eine Arbeitsorganisation muß eintreten, die den Stoff im großen schafft und einer Stelle zukommen läßt, die die Verarbeitung übernimmt.

Das richtig erkannt zu haben, ist ein Verdienst des Forsteinrichtungsbureaus am Kgl. Bayerischen Ministerium. Die Arbeit begann 1843. Nachdem die Tafeln aufgestellt waren, nahm man eine Prüfung vor. Soll und Ist des Ertrages ergaben im ganzen nur einen Fehler von 1,7 %. Dabei zeigte sich aber, daß selbst in benachbarten Forstämtern die Fehler in ihrer Höhe bedeutend schwankten und die Tafeln bald zu hoch, bald zu niedrig erscheinen ließen. Auch für Württemberg erwiesen sich die Tafeln brauchbar, und in Baden von Klauprecht aufgestellte Kiefernformzahlen harmonierten gut mit den bayerischen.

In Preußen war es der Oberförster Stahl in Rüdersdorf, der mit klarem Blick die Wichtigkeit der bayerischen Massentafeln erkannte und an die Prüfung herantrat. Er gewann die Überzeugung,

daß diese in und für Bayern entworfenen Tafeln für die märkischen Waldungen durchaus verwendbar seien, und daß die wirklichen Messungen bei mehreren Stämmen zusammen selten eine größere Abweichung als 5 % brachten, daß dabei die Abweichungen bald nach oben bald nach unten wiesen und die Wahrscheinlichkeit damit vorlag, daß sie im großen völlig Richtiges bringen würden. Nachdem Stahl diese Überzeugung gewonnen hatte, rechnete er die bayerischen Massentafeln in preußisches Maß um. Er sagt ausdrücklich, daß er sich auf diese Umrechnung beschränkt habe. Er widerlegt den Einwurf, daß man die Tafeln nur für Gebiete anwenden kann, in denen die Unterlagen gesammelt sind. „Es sind deshalb hier (Rüdersdorf) zur Vergleichung Kiefern gewählt, die teils auf schlechtem Boden erwachsen, teils vollständig unterdrückt waren, wie sie nicht leicht unter denen vorgekommen sein dürften, die die Materialien zur Aufstellung der Tafeln geliefert haben und in dieser Richtung als Extreme anzusehen sein möchten." Im ganzen erhielt Stahl bei dieser Probe 0,6 % zu wenig. Das war doch so günstig, wie man es kaum erwarten durfte. Bei einzelnen Stämmen waren natürlich hohe Abweichungen zu finden. Sie hoben sich aber gegenseitig auf, um zu der genannten winzigen Größe im ganzen zusammenzusinken.

Stahl zog den Schluß: Wenn sich demnach die Massentafeln von den Hochgebirgen Bayerns bis in die Ebenen des Mains und Rheins, dann in Württemberg und im Sande der Mark Brandenburg bewährt haben, so kann man wohl ihre allgemeine Anwendbarkeit in Deutschland mindestens vermuten, und es dürfte sich der Mühe verlohnen, darüber auch an anderen Orten Untersuchungen anzustellen.

Die gedachten Untersuchungen wurden in Preußen durch das Ministerium im Jahre 1854 angeordnet und die Ergebnisse im 12. Heft der Grunertschen Forstlichen Blätter veröffentlicht. Für die Anwendung erklärten sich Königsberg, Danzig, Bromberg, Stettin, Breslau, Liegnitz, Potsdam, Frankfurt, Erfurt, gegen sie aber Marienwerder, Köslin, Magdeburg, Merseburg. Es ist hochinteressant, daß nicht etwa eine in sich, der Gegend nach geschlossene Opposition sich bildete, sondern nur eine zersplitterte.

Die Gegner hatten folgendes gefunden:

Marienwerder 2431 Stämme. Masse zu niedrig gefunden mit 0,6 %,

Köslin 56 Stämme. Masse 2,8 % zu hoch,

Magdeburg 1889 Stämme. Masse 3,1 % zu hoch,

Merseburg 1297 Stämme. Masse 1,3 % zu niedrig.

Im ganzen waren 70546 Stämme aufgenommen mit einem Fehler nach oben von 1,8 %. Freilich kamen im einzelnen bis 28,1 % Abweichung vor. Sie verlieren aber an Gewicht, wenn man ihrer Entstehung nachforscht. Da ist z. B. die Meßpunkthöhe nicht scharf beachtet. Man ersieht, daß mehrfach nicht genügend geübtes Personal arbeitete. Die Kluppen gingen infolge Quellens hier zu schwer, wo anders zu leicht. Geharzte Bestände sind an den Lachen gekluppt, geschälte an den Schälstellen, kurzum Fehler sprechen mit, die heut nicht mehr in Betracht kommen.

Seitdem haben sich die bayerischen Massentafeln immer mehr Freunde erworben. Sie sind zu immer ausgedehnterer Anwendung gekommen. Im Jahre 1872 erschienen die jetzt überall bekannten Behmschen Massentafeln. Sie stellen sich dar als eine Übersetzung der bayerischen bezw. Stahlschen Tafeln in das Metermaß. Die Übersetzung war in einfacher übersichtlicher Weise gegeben, so daß sich jedermann mit größter Leichtigkeit in die Anwendung der Tafeln hineinfinden konnte. Das hat diesen Massentafeln zu weiterem Vorteil gereicht und ihnen nach und nach die Stellung erobert, die sie heut in ganz Deutschland im Taxationswesen einnehmen.

9. Nachdrücklich aber ist hervorzuheben, daß die in Bayern gesammelten Unterlagen Werte ergaben, die in ganz Deutschland gleichmäßig brauchbar sich erwiesen. Wohl hatte der eine Bezirk eine Abweichung nach oben, dafür hatte der Nachbar vielleicht eine solche nach unten. Durch ganz Deutschland trat diese gleiche Erscheinung hervor. Sie tut fast unwiderleglich dar, daß nicht in den Tafelangaben die Ursache der Abweichungen lag, sondern in der Art der Anwendung, in der Art wie z. B. im einen und anderen Falle die Anweisung zum Kluppen gegeben wurde.

10. Es ist also nicht erforderlich für Deutschland Wuchsgebiete auszuscheiden. Wohl aber kann es wünschenswert sein, die allgemeinen Tafeln so in örtlich geltende umzuwandeln, daß sie für die örtlichen Verhältnisse als zutreffend gelten können.

11. Hierfür bietet sich folgender Weg: Es wird der Einschlag noch stehend gekluppt und unter Anwendung der Massentafeln seiner Masse nach berechnet. Damit hat man das Soll. Es folgt dann der Einschlag selbst. Die örtlich üblichen Eigentümlichkeiten gelangen dabei zum Ausdruck und geben eine Masse, die bald größer bald kleiner ist als das Soll, i. d. R. aber kleiner ist.

Aus Ist und Soll berechnet man dann einen Berichtigungsfaktor, der also seiner Natur nach örtlich gilt und nur örtlich gelten kann.

Ob man dann sich eine besondere Tafel berechnen will oder nur die Schlußsummen umrechnen will, ist gleichgültig*).

12. Außer den bayerischen Massentafeln (Behm) haben wir weitere, welche auf den seitens des Vereins deutscher Versuchsanstalten zusammengebrachten sehr reichen Unterlagen aufgebaut sind. Sie sind im Auftrage des Vereins bearbeitet und herausgegeben in nachstehender Folge:

1890 Formzahlen und Massentafeln für die Fichte von Baur,
1890 „ „ „ „ „ Kiefer von Schwappach,
1891 „ „ „ „ „ Weißtanne von Schuberg,
1898 „ „ „ „ „ Buche von Grundner.

Die Unterlagen, welche die einzelnen Staaten zusammenbrachten, sind ebenfalls mehrfach bearbeitet, so z. B. für Sachsen durch Kunze, für Baden durch Schuberg, für die Kiefer in Preußen durch Weise, für Württemberg durch Baur und Lorey.

13. Da diese sämtlichen Arbeiten mehr für wissenschaftliche Zwecke als für praktischen Gebrauch geschrieben waren, so ist später noch eine in engen Rahmen zusammengedrängte Bearbeitung von

*) Es möchte dieses Verfahren auch dem Speidelschen Massenkurvenverfahren vorzuziehen sein. Bei diesem ist der Versuch gemacht, die allgemeine Massentafel nach Probestämmen zu verbessern.

Grundner, Schuberg und Schwappach gegeben, nämlich „Hilfstafeln zur Inhaltsbestimmung von Bäumen und Beständen der Hauptholzarten“.

14. Die Massentafeln sind aufgestellt unter Benutzung unechter Formzahlen, nur vereinzelt, z. B. von Weise für die Kiefer, ist der Versuch gemacht, daneben auch Zahlen zu geben, denen die absolute Formzahl zugrunde liegt.

15. Der Gebrauch der Massentafeln ist nun folgender:

Der Bestand wird gekluppt, wobei man Stufen nimmt, die sich denen der anzuwendenden Massentafeln anschließen, also z. B. bei Verwendung der Behmschen Tafeln Stufen von 2 cm, wobei aber auf die geraden Zahlen abgerundet ist.

Dann mißt man eine Reihe von Baumhöhen, an Stämmen, die womöglich alle Durchmesserstufen vertreten.

Die Höhen werden graphisch als Ordinaten zu den Durchmesser-Abscissen, zu denen sie gehören, aufgetragen.

Man zieht dann eine ausgleichende Höhenkurve, so daß man also für jede Durchmesserstufe die zugehörige Höhe ablesen kann.

Nun geben die Tafeln die Massen aber auch nur für gewisse Höhenstufen an. Wir müssen also die Kurve so in eine Stufenfolge umwandeln, daß die Tafeln direkt verwendbar sind, aber die dann auftretenden Fehler sich aufheben. Das geschieht, wenn die Kurve die horizontal verlaufende Stufe etwa in der Mitte trifft. Dann werden gewisse Durchmesserstufen mit zu großer Höhe, andere dafür mit zu geringer Höhe eingesetzt.

16. Beispiel. Fichte über 90 Jahre, Schaftmasse nach den Behmschen Massentafeln berechnet.

Gemessene Höhen.

Durchmesser	Höhe	Durchmesser	Höhe	Durchmesser	Höhe
18	17,2	25	24,5	32	28
20	21		23,6		27,4
	19,4	27	25	36	30
22	23		26		29
	22	30	27	40	31
	21	32	28,6		

Graphische Auftragung.

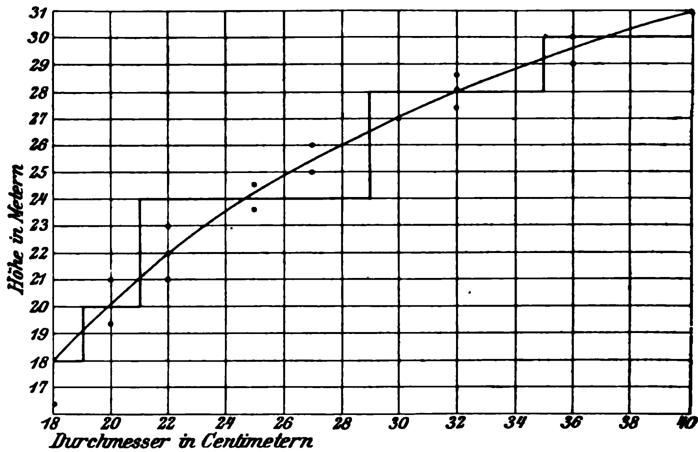


Abbildung 2.

Massenberechnung.

Durchmesser	Stämme	Höhenstufe	Masse des Einzelstammes	Masse der Stufe
18	16	18	0,23	3,68
20	75	20	0,32	24,00
22	78	24	0,45	35,10
24	82	24	0,53	43,46
26	95	24	0,62	58,90
28	107	24	0,71	75,97
30	83	28	0,94	78,02
32	65	28	1,06	68,90
34	70	28	1,18	82,60
36	32	30	1,41	45,12
38	8	30	1,55	12,40
40	4	30	1,71	6,84
	715		Summa	534,99 = 535 fm

Die Massenaufnahme nach Formhöhen

17. schließt sich eng an das Massentafelverfahren an, die Kluppstufen brauchen aber nicht mit Rücksicht auf die Stufen der Tafeln bestimmt zu werden.

Messung von Höhen, Kurvenziehung und Umwandlung der Kurve in Höhenstufen wird, wie vorher geschildert, vorgenommen.

Es werden darauf die Querflächen für jede Durchmesserstufe ausgeschrieben und für jede Höhenstufe addiert. Es bleibt die gefundene Querfläche mit der für jede Höhenstufe den Tafeln entnommene Formhöhe zu multiplizieren, dann hat man die Masse der Höhenstufe, in den Summen aller aber die Bestandsmasse.

18. **Beispiel zu Nr. 17.**

Durchmesser	Stammzahl	Querfläche	Höhenstufe	Formhöhe (Philipp)	Masse
18	16	0,407	18	11,4	4,64
20	75	2,356	20	12,3	28,98
22	78	2,965	24		
24	82	3,710	24	14,0	256,31
26	95	5,044	24		
28	107	6,589	24		
	Summa	18,308			
30	83	5,867	28		
32	65	5,227	28	15,4	268,71
34	70	6,355	28		
	Summa	17,449			
36	32	3,257	30		
38	8	0,907	30	16,1	75,14
40	4	0,503	30		
	Summa	4,667			633,78
					= 634 fm

19. Von mancher Seite ist empfohlen lediglich die Bestandsmittelhöhe in die Rechnung einzuführen, dann würde die Bestandsquerfläche mit der zur Mittelhöhe gehörigen Formhöhe zu multiplizieren sein. Es ist also nur *eine* Multiplikation nötig.

20. **Beispiel:** Die Mittelhöhe ist nach Abzählen*) auf rund 27 m zu setzen. Die Bestandsquerfläche = 43,2, die zugehörige Formhöhe nach Philipp 15,1.

Die Masse 43,2. 15,1 = 652.

*) Stammzahl im ganzen 715, Mittelstamm liegt nach Abzählen beim 286. Stamm, fällt also in die obere Grenze der Stufe 28 cm. Der Stamm mit mittlerer Höhe liegt etwas nach den stärkeren hin, etwa bei 30 cm, für diese Stufe ist nach der Kurve die Höhe = 27 m.

Im allgemeinen ist aber zuverlässiger die Verwendung von Höhenstufen und denen entsprechend die von verschiedenen Formhöhen.

21. Ganz zu verwerfen ist der Gedanke, nach örtlich aufgenommenen Formzahlen lokale Massentafeln aufzustellen. Begründete Tafeln erfordern soviel Erhebungen, daß die Arbeit in der Praxis nicht geleistet werden kann. Fehlt aber die breite Grundlage, so kann nur ein Zufall zu richtigen Tafeln führen.

Um die Schwierigkeiten an einem Beispiele zu kennzeichnen möge man das nachfolgende Verzeichnis zum Entwurf einer Tafel selbständig benutzen und dann mit der hier gegebenen vergleichen.

	Verzeichnis von Probestämmen aus dem 35 jähr. Fichtenbestande, Distrikt 7, Belauf Haarth.						Nach diesen Probestämmen aufgestellte Massentafel.					
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m
Nummer	Durchmesser cm	Höhe m	Formzahl Derbholz	Formzahl Derb- und Reisholz	Masse Derbholz	Masse Derb- und Reisholz	Durchmesser cm	Höhe m	Formzahl Derbholz	Formzahl Derb- und Reisholz	Masse Derbholz	Masse Derb- und Reisholz
			0,	0,	0,	0,			0,	0,	0,	0,
1	6,9	11,5	104	777	005	033	—	—	—	—	—	—
2	8,3	11,0	334	724	020	043	7	9,8	133	788	005	030
3	8,6	11,9	379	695	026	048	8	10,7	295	773	016	042
4	9,2	10,7	433	680	031	048	9	11,7	405	757	030	056
5	10,0	13,6	485	688	052	074	10	12,6	485	745	048	074
6	10,3	12,9	496	692	053	074	11	13,5	508	734	065	094
7	11,0	14,1	522	687	070	092	12	14,3	525	725	085	117
8	11,7	14,8	547	725	087	116	13	15,0	540	716	108	143
9	12,0	15,2	575	803	099	138	14	15,6	542	709	131	171
10	12,1	12,8	515	742	076	109	15	16,1	539	703	154	201
11	12,4	14,9	529	717	095	129	16	16,6	532	698	177	233
12	13,0	14,9	530	697	105	138	17	17,0	526	693	203	267
13	13,5	14,3	552	727	113	149	18	17,3	523	690	230	303
14	14,5	15,8	569	747	149	195	19	17,6	517	687	258	343
15	15,7	16,2	529	720	166	226	20	17,9	512	684	288	384
16	16,0	17,2	539	704	186	244	21	18,1	509	681	319	427
17	16,9	16,9	529	696	200	264	22	18,3	506	679	351	472
18	17,6	17,6	523	687	224	294	23	18,5	504	677	388	520

Nummer	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m
	Durchmesser	Höhe	Formzahl		Masse		Durchmesser	Höhe	Formzahl		Masse	
			Derbholz	Derb- und Reisholz	Derbholz	Derb- und Reisholz			Derbholz	Derb- und Reisholz	Derbholz	Derb- und Reisholz
	cm	m					cm	m				
19	18,3	15,7	517	739	213	305	24	18,6	503	676	423	569
20	18,8	16,8	483	627	226	293	25	18,7	501	675	460	620
21	19,5	18,2	503	667	274	363						
22	19,7	17,3	536	703	283	371						
23	20,7	18,0	497	651	300	395						

Berechnung der Masse einer Probefläche:

Durchmesser	Stammzahl	Masse eines Stammes	im ganzen	Durchmesser	Stammzahl	Masse eines Stammes	im ganzen
7	3	0,030	0,090	18	64	0,303	19,392
8	23	0,042	0,966	19	50	0,343	17,150
9	48	0,056	2,688	20	30	0,384	11,520
10	80	0,074	5,920	21	19	0,427	8,113
11	110	0,094	10,340	22	4	0,472	1,888
12	97	0,117	11,349	23	1	0,520	0,520
13	84	0,143	12,012	24	4	0,569	2,276
14	93	0,171	15,903	25	3	0,620	1,860
15	114	0,201	22,914				178,862
16	77	0,233	17,941				= 179.
17	60	0,267	16,020				

Die Bestandsaufnahme nach Probestämmen

22. beruht auf der Voraussetzung, daß einzelne Stämme im Bestande die durchschnittlichen Maße und Massen einer Mehrheit von Stämmen oder von allen zeigen, so daß man von diesen einzelnen Stämmen auf die Masse der Mehrheit schließen kann.

Es hat sich nun ergeben, daß man erhebliche Fehler erhalten kann, wenn man die Masse des Probestammes einfach multipliziert mit der Stammzahl, für die er als Vertreter ausgewählt ist. Dasselbe ist der Fall, wenn man die Probestämme zusammenwirft und die Masse des Bestandes nach Verhältnis der Stammzahlen und der Masse der Probestämme sucht.

23. Die Fehler werden am geringsten, wenn wir die Masse aus der Proportion berechnen

$$M : G = m : g,$$

woraus sich die Gleichung ergibt

$$M = G \frac{m}{g}$$

M = Masse des Bestandes, G = Querfläche des Bestandes, m und g die entsprechenden Größen vom Probeholz.

24. Wir haben den Bruch $\frac{m}{g}$ bereits kennen gelernt als Formhöhe. Es würde also die obige Gleichung lehren: Man erhält die Masse einer Mehrheit von Stämmen, wenn man deren Querfläche mit der Formhöhe des oder der Probestämme multipliziert.

Wir wissen nun aber, daß eine Formhöhe nur für eine bestimmte Höhe gilt.

Es kann daher ein Probestammverfahren auch unter Anwendung vorstehender Berechnungsart richtiges nur ergeben, wenn der Probestamm in richtiger Weise die Höhen der Mehrheit darstellt.

Es ergibt sich fernerhin daraus, daß man Bestände, deren Stammhöhen selbst bei nahezu gleichen Stammdurchmessern erheblich verschieden sind, nicht nach dem Probestammverfahren berechnen darf.

26. Sind die Höhen wachsend mit dem Durchmesser, wie es die Regel ist, so ist es von Vorteil und erhöht die Sicherheit der Aufnahme, wenn man Klassen bildet, für eine jede davon Probestämme nimmt und nicht den Bestand als ein Ganzes behandelt.

27. Die Probestammverfahren insgesamt haben gegen sich, daß sie vom Kleinen auf das Große schließen und daß jeder Fehler dadurch multipliziert wird. Auch deshalb sollte man den einzelnen Probestamm nicht für einen ganzen Bestand oder eine große Zahl von Stämmen gelten lassen.

Die Probestammverfahren haben gegenüber den Massentafeln nnd dem Formhöhenverfahren nur noch sehr geringen Wert für die Praxis.

Es haben sich im Laufe der Zeit verschiedene Systeme der Probestammauswahl gebildet*), von denen zu nennen sind:

Das Bestandsmittelstamm-Verfahren.

28. Der Bestand wird gekluppt und die Querfläche berechnet. Durch Abzählen oder durch genaue Rechnung wird der Durchmesser des Bestandsmittelstammes gefunden.

---

*) Für die Berechnung von einem Beispiel nach den verschiedenen Probestammverfahren mag nachstehende Aufnahme einer Probefläche für Fichten aus dem Reviere Cattenbühl gegeben werden

I. Kluppmanual.

Durchmesser cm	Stammzahl	Querfläche
7	3	0,012
8	23	0,116
9	48	0,305
10	80	0,628
11	110	1,045
12	97	1,097
13	84	1 115
14	93	1,432
15	114	2,014
16	77	1,548
17	60	1,362
18	64	1,629
19	50	1,418
20	30	0,942
21	19	0,658
22	4	0,152
23	1	0,042
24	4	0,181
25	3	0,147
	Sa. 964	15,843

II. Probestämme.

Nr.	Durchmesser	Querfläche	Höhe	Formzahl	Masse
1	6,9	0,0037	11,5	0,777	0,033
2	8,3	0,0054	11,0	0,724	0,043
3	8,6	0,0058	11,9	0,695	0,048
4	9,2	0,0067	10,7	0,680	0,048
5	10,0	0 0079	13,6	0,688	0,074
6	10,3	0,0083	12,9	0,692	0,074
7	11,0	0,0095	14,1	0,687	0,092
8	11,7	0,0108	14,8	0,725	0,115
9	12,0	0,0113	15,2	0,803	0,138
10	12,1	0,0115	12,8	0,742	0,109
11	12,4	0,0121	14,9	0,717	0,129
12	13,0	0,0133	14,9	0,697	0,138
13	13,5	0,0143	14,3	0,727	0,149
14	14,5	0,0165	15,8	0,747	0,195
15	15,7	0,0194	16,2	0,720	0,226
16	16,0	0,0201	17,2	0,704	0,243
17	16,9	0,0224	16,9	0,696	0,264
18	17,6	0.0243	17,6	0,687	0,294
19	18,3	0 0263	15,7	0,739	0,305
20	18,8	0,0278	16,8	0,627	0,293
21	20,0	0,0314	18,0	0,683	0,386
22	22,0	0,0380	18,0	0,678	0,464

Man sucht dann im Bestande einen oder mehrere solcher Stämme auf, fällt sie, stellt die Masse fest und berechnet die Bestandsmasse nach der bekannten Proportion.

Beispiel.

Stammzahl 964, Querflächensumme 15,843, Querfläche des Mittelstammes 0,164, zugehöriger Durchmesser 14,4, rund 14 cm, nach Abzählen fällt der Mittelstamm in die Stufe 15 cm.

Nimmt man aus dem Verzeichnis

Probestamm	13	mit Querfläche	0,0143	und	Masse	0,149
„	14	„ „	0,0165	„	„	0,195
„	15	„ „	0,0194	„	„	0,226
		Summa	0,0502			0,570

so ist Bestandsmasse $= 15{,}843 \cdot \frac{0{,}570}{0{,}502} = 180$ fm.

Verfahren nach Robert Hartig.

29. Nach der Kluppung wird die Stammgrundfläche des Bestandes berechnet und dann die Zahl der Probestämme bestimmt.

Jeder Probestamm soll die gleiche Stammgrundfläche vertreten. Es wird also die Bestandsquerfläche durch die Zahl der Probestämme geteilt. Jede Stammklasse erhält darauf soviel Stämme und zwar nach Stärke abgezählt, daß dieser Anteil von G möglichst nahe erfüllt wird, eine genaue Erfüllung wird nur zufällig einmal eintreten.

Man leitet dann aus Klassenquerfläche und Stammzahl oder durch Abzählen den Durchmesser des Mittelstammes der Klasse her.

Seine Masse und Querfläche wird in die Proportion eingesetzt und die Masse der ganzen Klasse danach berechnet.

Es sind fünf Klassen zu bilden, für jede ein Probestamm zu wählen. Die Querflächensumme ist 15,843, jede Klasse erhält also 3,169 qm.

I.

Durchmesser	Stammzahl	Querfläche
7	3	0,012
8	23	0,116
9	48	0,305
10	80	0,628
11	110	1,045
12	97	1,097
Summa	361	3,203

II.

Durchmesser	Stammzahl	Querfläche
13	84	1,115
14	93	1,432
15	35	0,618
Summa	212	3,165

III.

Durchmesser	Stammzahl	Querfläche
15	79	1,396
16	77	1,548
17	9	0,204
	165	3,148

IV.

Durchmesser	Stammzahl	Querfläche
17	51	1,158
18	64	1,629
19	14	0,397
Summa	129	3,184

V.

Durchmesser	Stammzahl	Querfläche
19	36	1,021
20	30	0,942
21	19	0,658
22	4	0,152
23	1	0,042
24	4	0,181
25	3	0,147
Summa	97	3,143

Zusammenstellung.

	Stammzahl	Querfläche	Durchmesser des Probestammes nach Abzählen	Nummer des Probestammes
I.	361	3,203	11	7
II.	212	3,165	14	13
III.	165	3,148	16	15
IV.	129	3,184	18	19
V.	97	3,143	20	21
	Summa	15,843		

Massenberechnung.

$$\text{I M} = 3{,}203 \frac{0{,}092}{0{,}0095} = 31{,}018$$

$$\text{II M} = 3{,}165 \frac{0{,}149}{0{,}0143} = 32{,}978$$

$$\text{III M} = 3{,}148 \frac{0{,}226}{0{,}0194} = 36{,}677$$

$$\text{IV M} = 3{,}184 \frac{0{,}305}{0{,}0263} = 36{,}925$$

$$\text{V M} = 3{,}143 \frac{0{,}386}{0{,}0314} = 38{,}637$$

176,235

abgerundet 176.

30. Hartigs Verfahren hat den unleugbaren Vorteil, daß die starken Stämme, also die massenreichsten, mehr berücksichtigt werden, als die minder starken. Die Stammzahlen der Klassen müssen ja bei dem Verfahren mit abnehmenden Durchmessern wachsen. Trotz dieses Vorteils ist Hartigs Verfahren nur sehr wenig angewendet und zwar, weil die Massenberechnung klassenweise erfolgen muß.

Bei Hartig ist, wenn $_1$ die schwächsten Stämme enthält

$$\frac{G_1}{g_1} > \frac{G_2}{g_2} > \frac{G_3}{g_3} \dots \text{ und } \frac{M_1}{m_1} > \frac{M_2}{m_2} > \frac{M_3}{m_3} \dots\dots$$

Man kann also die Probestämme nicht zusammenwerfen und die Proportion benutzen

$$\frac{G_1 + G_2 + G_3 + \dots}{g_1 + g_2 + g_3 + \dots} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots}$$

31. Diese Proportion bedingt, daß

$$\frac{G_1}{g_1} = \frac{G_2}{g_2} = \frac{G_3}{g_3} \dots = \frac{M_1}{m_1} = \frac{M_2}{m_2} = \frac{M_3}{m_3} = \dots$$

Sie ergibt sich, sobald wir jeder Klasse eine *gleiche* Stammzahl zuweisen.

Diesen Gedanken verfolgen die übrigen Probestammverfahren.

Verfahren nach *Draudt*

32. bestimmt, wieviel Prozent aller Stämme als Probeholz gefällt werden sollen und mit Hilfe dieser Zahl findet er, wieviel Probestämme auf jede Durchmesserstufe entfallen. Bei dieser Rechnung werden Bruchteile von Probestämmen auftreten, die ja als solche nicht gefällt werden können.

Man hat daher in rationeller Weise abzurunden, so daß also die Draudtsche Forderung, für je gleiche Stammzahl einen Probestamm zu fällen, nur nach *Möglichkeit* erfüllt wird.

Man berechnet dann G. Fällt man das Probeholz, so gewinnt man aus diesem m und g und damit die Größen zur Lösung der Gleichung $M = G \frac{m}{g}$.

Beispiel.

Wird 1 % der Stammzahl als Probeholz gefällt, so liefert je einen Stamm die Durchmesserklasse: 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 cm.

Massenberechnung.

Probestamm		g	m
Nr.	5	0,0079	0,074
„	7	0,0095	0,092
„	9	0,0113	0,138
„	12	0,0133	0,138
„	13	0,0143	0,149
„	14	0,0165	0,195
„	15	0,0194	0,226
„	16	0,0201	0,243
„	17	0,0224	0,264
„	18	0,0243	0,294
„	20	0,0278	0,293
	Summa	0,1868	2,106

$$M = 15{,}843 \frac{2{,}106}{0{,}1868} = 178{,}6$$

abgerundet = 179.

Verfahren nach Urich

33. sucht das Draudtsche Verfahren zu verbessern und die Abrundungen zu vermeiden, bei denen immerhin verschiedene Ansichten zur Geltung kommen konnten. Er bestimmt die absolute Zahl der Probestämme, teilt danach die ganze Stammzahl in entsprechend viel Klassen. Jede erhält die gleich hohe Stammzahl. Nur wenn die Rechnung nicht aufgeht, werden einzelnen Klassen noch je ein, höchstens zwei Reststämme zugewiesen.

Für jede Klasse wird dann der Mittelstamm berechnet oder durch Abzählen bestimmt.

Geeignete Probestämme werden darauf im Bestande aufgesucht, um nach dem Fällungsergebnis die Masse zu berechnen.

Beispiel.

Bildet man 10 Klassen, so erhält jede 96,4, und da Bruchteile nicht möglich sind, so geben wir 6 Klassen je 96 Stämme und 4 Klassen je 97 Stämme.

Für jede Klasse ein Probestamm.

Das Kluppregister wird wie folgt zerlegt:

I.		II.		III.		IV.		V.	
Durchmesser	Stammzahl	Durchmesser	Stammzahl	Durchmesser	Stammzahl	Durchmesser	Stammzahl	Durchmesser	Stammzahl
7	3	10	58	11	72	12	73	13	61
8	23	11	38	12	24	13	23	14	35
9	48								
10	22								

VI.		VII.		VIII.		IX.		X.	
Durchmesser	Stammzahl	Durchmesser	Stammzahl	Durchmesser	Stammzahl	Durchmesser	Stammzahl	Durchmesser	Stammzahl
14	58	15	76	16	56	17	19	19	36
15	38	16	21	17	41	18	64	20	30
						19	14	21	19
								22	4
								23	1
								24	4
								25	3

Die Probestämme fallen in Durchmesserklassen 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20.

Massenberechnung.

Probestamm		g	m
Nr.	4	0,0067	0,048
„	5	0,0079	0,074
„	7	0,0095	0,092
„	9	0,0113	0,138
„	12	0,0133	0,138
„	13	0,0143	0,149
„	14	0,0165	0,195
„	15	0,0194	0,226
„	19	0,0263	0,305
„	21	0,0314	0,386
	Summa	0,1566	1,751

$$M = 15{,}843 \frac{17510}{1566} = 177.$$

Verfahren nach Baur

34. fand bei seinen Arbeiten im Walde, daß die mühevolle Berechnung des Mittelstammes sich vielfach umgehen lasse. Der Probestamm läge ja doch bei der Durchmesserstufe, die in der Klasse am stärksten vertreten sei.

Man könne also bei einiger Übung die Probestämme direkt nach dem Kluppmanual bestimmen.

Das Verfahren ist wohl durch das Abzählverfahren überholt. Dieses trifft auch bei der Klasse der schwächsten und stärksten Stämme noch zu, wo Baurs Regel zuweilen in Stich läßt.

Fünfklassen-Verfahren.

35. Als der Arbeitsplan für die Aufnahme von Probeflächen zur Aufstellung von Ertragstafeln im Jahre 1874 entworfen werden sollte, lagen die vorher besprochenen Bestimmungsarten von Probestämmen vor. Der Plan schloß sich jedoch keinem von diesen ganz an, sondern setzte fest, daß die Klassenbildung nach gleichen Stammzahlen vorzunehmen sei und in der Regel die Zahl fünf festgehalten werden solle. Größere Sicherheit in der Massenermittlung suchte man dadurch zu erreichen, daß für jede Klasse *mindestens ein* Probestamm gefällt werden mußte, unter bestimmten Umständen aber vier und sogar zehn. Es wurde also in solchem Falle nicht die Klassenzahl vermehrt, sondern die Zahl der Probestämme für jede Klasse.

Beispiel.

Das Kluppmanual faßt je zwei der Klassen nach Urich zusammen und nimmt dann je zwei Probestämme für jede Klasse.

Die Mittelstämme der Klassen liegen bei der Durchmesserstufe 10, 12, 14, 16, 19. Es werden gewählt:

Nr.	g	m
5	0,0079	0,074
6	0,0083	0,074
9	0,0113	0,138
10	0,0115	0,109
13	0,0143	0,149
14	0,0165	0,195
15	0,0194	0,226
16	0,0201	0,243
20	0,0278	0,293
21	0,0314	0,386
Summa	0,1685	1,887

$$M = 15{,}843 \frac{18870}{1685} = 177.$$

Zusammenstellung.

Durchmesser	Lage der 10 Probestämme bei Klassenbildung nach			
	Hartig	Draudt	Urich=Baur	Fünfklassen
7	—	—	—	—
8	—	—	—	—
9	—	—	1	—
10	1	1	1	2
11	—	1	1	—
12	1	1	1	2
13	1	1	1	—
14	1	1	1	2
15	1	1	1	—
16	1	1	1	2
17	1	1	—	—
18	1	1	1	—
19	1	1	—	2
20	—	—	1	—
21	1	—	—	—
22	—	—	—	—
23	—	—	—	—
24	—	—	—	—
25	—	—	—	—
berechnete Masse	176	179	177	177

nach Bestandsmittelstämmen 180 fm.

36. Die meisten Staaten haben bei ihren Arbeiten die Rechnung mit fünf Klassen angenommen und viele Jahre danach gearbeitet. Jede Klasse enthielt also 20% aller Stämme und aus dieser relativen Gleichheit haben sich Gesetzmäßigkeiten herleiten lassen, die als durchaus wertvoll zu betrachten sind.

Angeführt seien: die Lage des Mittelstammes in der Gesamtheit der Stämme, die Verschiebung des Mittelstammes bei Stammzahlminderungen, die Verteilung der Masse auf die einzelnen Klassen in Normalbeständen, die Deutung abweichender Zahlen, die Zuwachsleistungen der einzelnen Stammklassen, die Zunahme der Höhe mit dem Durchmesser.

Verfahren nach Schwappach.

37. Trotz so wichtiger Dienste hat man den alten Weg verlassen. Schwappach glaubte weiterzukommen, wenn er die Stamm=

klassen mit absolut gleichen Zahlen ausstattete, nicht mit relativ gleichen.

Er arbeitet in folgender Art (Z. f. F. u. J. 1891 S. 526).
Für die stärksten 400 Stämme Gruppen zu je 100 Stämmen,
" " nächstfolgenden 600 " " " " 200 " ,
" " weiterhin folgenden " " " " 400 " .
Für jede Gruppe wird der Durchmesser des Mittelstammes berechnet, die hierfür zutreffende ausgeglichene Höhe — also nicht die zufällige Höhe eines Probestammes — eingesetzt und ebenso eine ausgeglichene Formzahl. Danach wird der Probestamm berechnet und aus dessen Masse und Querfläche sowie der Gruppenquerfläche die Masse der Gruppe.

Bestandsmassenermittelung nach Haubarkeitsdurchschnittszuwachs.

38. Die Grundlage bilden Erfahrungssätze über die durchschnittliche jährliche Produktion der Flächeneinheit bei Zugrundelegung des Haubarkeitsalters.

Es gilt die Annahme, daß Abweichungen gegen das Haubarkeitsalter entsprechenden Ausdruck in der Masse nach sich ziehen. Die Annahme ist jedoch nicht richtig.

Wenn ein 100jähriger Kiefernbestand 400 fm hat, also 4 fm Haubarkeitsdurchschnittszuwachs, so hat ein 80jähriger Bestand derselben Ertragsklasse in der Regel nicht 80 · 4 = 320 sondern mehr.

Die Masse nach dem Buchwerte bei den Verwaltungen.

39. Mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln können wir die tatsächlich vorhandene Masse eines Baumes und daher auch die eines Bestandes sehr genau berechnen. Es erfordert das aber ein Maß von Arbeit, welches wohl die Wissenschaft, nicht aber die Praxis aufwenden kann. Die Praxis muß Wege wandeln, die rasch zum Ziele führen. Sie darf dabei niemals solche wählen, bei denen ein Käufer sich beeinträchtigt sehen könnte.

Holz ist eine Ware, die stehend oder frisch gefällt andere Ausmaße hat, als nach längerer Lagerung. Holz schwindet, und dem ist Rechnung zu tragen.

Die mit aller Schärfe der Wissenschaft festgestellte Holzmasse kommt allein aus diesem Grunde nicht in die Bücher der Verwaltung. Noch andere treten hinzu und es ist die Frage sehr wohl berechtigt, auf wieviel Abzug ist sicher zu rechnen?

40. Die Antwort ist in folgender Weise gesucht und gefunden. Es ist die Masse auf einigen Schlägen mit aller Genauigkeit berechnet. Dann ist das Holz der Verwaltung übergeben, damit diese es nach ihren Grundsätzen aufarbeite und berechne. Das geschah und es ergab sich ein Fehler von 9%.

Das erscheint im ersten Augenblick sehr hoch, klärt sich aber bei näherer Erwägung auf.

Die Praxis kubiert i. a. nach Mittenquerfläche und Länge. Diese Berechnung gibt zu wenig. Dazu kommt aber noch, daß wir bei der Durchmessermessung nach unten abrunden. Bei manchen Verwaltungen geht diese Abrundung bis auf den geraden Zentimeter, es können also für die Berechnung 19 mm im Durchmesser ausfallen. Für die Ablängung des Stammes zählt der Fällkerb nicht mit, ein Aufmaß für den Kamm wird bei Sägeklötzen gegeben.

Beim Schichtholz wird ein Sackmaß gegeben, Klafterpfähle und Unterlagen werden nicht gerechnet, vor allen Dingen aber ist der Umrechnungsfaktor, mit dem das Raummaß in feste Masse gewandelt wird, zu niedrig. Reisig wird vielfach überhaupt nicht aufgearbeitet. Wenn es geschieht, kommt auch Derbholz hinein und auch hier ist der Umrechnungsfaktor zu niedrig.

Wieviel Holz wird auf dem Schlage verbrannt, wieviel geht mit Recht oder Unrecht mit?

Dazu kommt noch, daß die Stöcke fast immer höher ausgehalten werden, als theoretisch angenommen wird.

41. Aushalten und Aufarbeiten wird trotz gleicher Vorschriften darüber in der Praxis in jedem Reviere, wenn nicht in jedem Schutzbezirke etwas anders gehandhabt. Deshalb ist es erforderlich, daß man für Massenschätzungen zu Taxationszwecken weiß und zu ergründen sucht, wie die Abweichung ist zwischen den Hilfen, die die wissenschaftlich ermittelten Zahlen liefern, und der Wirklichkeit.

Die Untersuchung, bei der 9% der vorhandenen Masse nicht gebucht wurde, begriff nicht die Abzüge für Rinde. Die Verwaltung maß und kubierte in diesem Falle die Rinde mit. Vielfach wird aber nur das Holz in Rechnung gestellt und dann müssen weitere Abzüge gemacht werden.

Wir wissen, daß diese allein bis zu 10% gehen können.

42. Fassen wir alles zusammen, so leuchtet ein, daß die wissenschaftlichen Untersuchungen für die Praxis zu hoch erscheinen. Das beruht aber nicht auf Fehlern der Wissenschaft, sondern auf den Gebräuchen der Praxis. Je schärfer sie rechnet und aufarbeitet, um so mehr bekommt sie auch von dem tatsächlich vorhandenen Holze in die Bücher.

Will die Praxis die seitens der Wissenschaft erhobenen Zahlen benutzen und ihnen damit Leben geben, so muß sie die Frage beantworten, wie die Verschiedenheit in Werbung, Sortierung, Aufbereitung und Berechnung des Holzes die allgemein entwickelten und nach einheitlichen Grundsätzen ausgebrachten Werte beeinflußt.

Die allgemeinen Werte sind in besondere umzurechnen.

Vierter Abschnitt.

Die Ertragstafeln.

Allgemeines.

1. Ertragstafeln geben uns zunächst an, wie in geschlossenen Beständen der Entwickelungsgang der Masse von der Jugend bis zum reifen Baumholzalter ist. Ältere Tafeln begnügen sich mit diesen Angaben, von neueren Tafeln wird verlangt, daß auch der Entwickelungsgang der massebildenden Faktoren hinzugefügt wird. Durch diese ergänzenden Angaben wird erst Klarheit darüber geschaffen, wie das Bestandsbild sich gestaltet, das die Tafeln für einen bestimmten Ansatz im Auge haben.

2. Die Anwendung der Tafeln für die Bestandsmassenschätzung unterliegt auch dann noch Schwierigkeiten, wenn sie die massebildenden Faktoren enthalten. Denn, um ein Urteil zu erhalten, ob ein Massenansatz der Tafel zutrifft, muß eben geprüft werden, ob die massebildenden Faktoren zutreffen, zum mindesten ist notwendig die Bestimmung des Alters,
der Querfläche,
der Höhe.

Die Tafelansätze werden selten insgesamt glatt zutreffen, so daß auch der Massenansatz ohne weiteres übernommen werden kann.

3. Gewöhnlich treten Abweichungen auf, nach deren Maßgabe die Tafelansätze umgerechnet werden müssen. Wenn das ja nun auch in sehr einfacher Weise geschieht, indem man die Proportion benutzt: Es verhält sich die gesuchte Masse zur Querfläche (Höhe) des Bestandes wie die entsprechenden Tafelansätze, so dürfte es doch mindestens ebenso einfach sein, die Erhebungen über Querfläche und Höhe für das Massentafel- oder Formhöhen-Verfahren auszunützen.

4. Die Anwendung der Ertragstafeln für die Massenschätzung von Beständen, wie sie augenblicklich im Walde stehen, ist daher auch immer mehr in den Hintergrund getreten. Damit ist aber die Wichtigkeit dieser Tafeln nicht verblaßt.

Sie zeigen uns, was wir von unseren Beständen erwarten können, wenn keine hemmenden Einflüsse sich geltend machen. Sie geben damit eine Unterlage für Rentabilitätsberechnungen und für Feststellung von Werten, die bei Waldbeschädigungen zugrunde gegangen sind.

In Streitfragen aller Art gewähren sie wenigstens theoretisch eine unparteiische, klare und feste Unterlage, die dem Laien verständlich gemacht werden kann und dem Richter ein Urteil ermöglicht.

Durch die Ertragstafeln haben wir zwar noch nicht vollen aber doch wesentlich besseren Aufschluß als früher erhalten über Ertragsvermögen des Waldes, über Zuwachs der einzelnen Bestände und des Waldes als eines Ganzen, über Höhe der Materialkapitalien, über die Höhe der zulässigen Abnutzung im Hauptertrage, teilweise auch über die der Vornutzungserträge.

5. Was seit 1870 an Stoff zusammengebracht ist an Bestandsaufnahmen und solchen von Stämmen ist überreich, so reich, daß außer der geleisteten noch viele Jahre der Forscherarbeit dazu gehören, um es zu bewältigen. Ja es scheint fast notwendig, daß wir jetzt diese Aufgabe ganz in den Vordergrund stellen.

6. Die Wissenschaft unterscheidet ideale, normale und reale Ertragstafeln und hat den Worten folgende Begriffe gegeben. Ideale Tafeln leiten sich her aus sehr kleinen Probeflächen vollkommenster Bestockung. Sie geben also Erträge, die von großen Flächen nicht zu erlangen sind. Normal-Ertragstafeln gründen sich auf Flächen mit normaler Bestockung, das sind solche, die nach Maßgabe der Holzart und des Standorts bei ungestörter Entwickelung auf großen Flächen von mindestens 1 ha als die vollkommensten anzuerkennen ist.

Diese Begriffsbestimmung des alten Arbeitsplanes über Aufstellung der Tafeln ist nicht eingehalten worden, vielmehr ist man mit der Flächengröße abwärts gegangen und hat selbst im Baumholz nur 0,25 ha genommen. Die Erträge sind dadurch den

idealen genähert, jedenfalls bedürfen sie für die Praxis der Reduktion.

Reale Ertragstafeln leiten sich aus tatsächlichen Wirtschaftserträgen großer Flächen ab. Bei oberflächlicher Betrachtung erscheinen sie als die brauchbarsten. Tatsächlich ist das aber nicht der Fall, weil man über die Intensität der Wirtschaft, aus der die Tafeln hergeleitet sind, keinen Maßstab und kein Urteil hat.

7. Die Ertragstafeln sollen zeigen, wie die Massen sich aufbauen bei ungestörter Entwickelung und landläufiger Wirtschaft im geschlossenen gleichartigen und gleichaltrigen Hochwalde.

Mehr kann nicht verlangt werden und ist nicht zu verlangen.

8. Der geschlossene Bestand ist im allgemeinen eine feste sichere Größe, so leicht auch im einzelnen und kleinen Streit darüber entstehen kann und entstanden ist, namentlich ob diese oder jene Lücke eine Unterbrechung des Schlusses bedeute oder holzartgemäß sei.

Der geschlossene Bestand als solcher bietet einen guten Ausgangspunkt für unsere Untersuchungen. Geben wir ihn auf, ziehen auch Bestände hinein, die durch scharfe Durchforstungen oder zeitweise Lichtungen einen besonderen Charakter gewonnen haben, so werden diese Besonderheiten uns hindern, allgemein gültige Durchschnittswerte in unseren Tafeln aufzurichten.

Die Tafel soll angeben, was die Bestände in ihrer Entwickelung leisten, wenn sie die Bodenfläche voll ausnutzen, also normal bestockt sind.

Bestände, die eine durch Wirtschaftsmaßregeln hervorgerufene besondere Entwickelung durchgemacht haben, werden in ihren Abweichungen von den Tafeln interessieren.

9. Unterschieden werden dann noch nach ihrer räumlichen Gültigkeit allgemeine und lokale Tafeln. Zwischen beide schiebt sich die Tafel für Wuchsgebiete.

10. Die allgemeinen Tafeln können nur von den unendlich vielen Fällen, die möglich sind, einen guten Durchschnitt geben und damit ein Gesetz, an dessen Hand man Abweichungen, die ähnlichen Verlauf mit den Tafelwerten haben, festlegen kann.

Den völlig abweichenden Verlauf, wie er z. B. durch Wirtschaftsmaßregeln besonderer Art hervorgerufen wird, kann man niemals aus dem allgemeinen Durchschnitt herleiten.

11. Die Frage nach besonderen Wuchsgebieten ist bis jetzt von den meisten Autoren dahin beantwortet, daß es solche gibt.

Der Verfasser ist zu gegenteiligen Ansichten gekommen und führt vor allen Dingen die Gleichheit der Formzahl an. Die bayerischen Massentafeln, obwohl lediglich aus süddeutschem Gebiet stammend, haben sich für Norddeutschland als durchaus brauchbar erwiesen. Auch die Höhenentwickelung der Bestände ist ohne Zwang nicht auseinander zu halten. Natürlicherweise muß der Bestand eine Stellung haben, die nicht in nachteiliger Weise die Entwickelung beeinträchtigt. Eine übersäete Fichtensaat kann nicht mit dem zwanzigsten Jahre die Entwickelung einer gut gelungenen Fichtenpflanzung haben. Richtig durchforstete Bestände, die infolge der eingelegten Hiebe nie Wuchsstockungen zeigten, hatten andere Massenentwickelung als Bestände, die im Sinne des alten Arbeitsplanes für Durchforstungsversuche behandelt sind.

12. Die erschienenen Tafeln können nur maßgebend sein für einen gewissen Wirtschaftstypus.

Folgen der Erziehungsart werden leicht als Eigentümlichkeit eines Gebietes angesehen und als Wuchsgebiet ausgeschieden. Ebene und Gebirge zeigen z. B. häufig Verschiedenheiten, weil die Ebene dichter bevölkert und leicht zugänglich war. Infolgedessen ist häufiger und stärker durchforstet als im Gebirge, wo namentlich die Bestände entlegener Täler lediglich sich selbst überlassen waren und zuweilen ohne jede Durchforstung aufwuchsen. Da glaubt denn mancher an ein besonderes Wuchsgebiet.

Ertragstafel-Aufstellung nach Folgerungen aus den wiederholten Bestandsaufnahmen.

13. Für die Aufstellung der Ertragstafeln haben wir jetzt ganz andere Hilfen als vor 25 Jahren. Die Arbeit der damaligen Zeit hatte mit Schwierigkeiten zu kämpfen, die kaum zu beseitigen waren. Wenn Fehler gemacht sind, so ist das leicht erklärlich. Die ersten Bearbeiter haben es aber wahrlich nicht an gegenseitiger

scharfer Kritik fehlen lassen und auch damit der fortschreitenden Erkenntnis genutzt.

Halten wir Umschau über das, was heut für die Aufstellung der Tafeln benutzt werden kann, so ist es vor allen Dingen:

14. eine große Anzahl von Ertragsprobeflächen, die wiederholt aufgenommen sind.

Aus ihnen ergibt sich trotz mancher störender Fehler für die Beobachtungszeit der Gang der Massenentwickelung und der Gang der Masse bildenden Faktoren.

15. Der schwierigste davon ist die Formzahl. Für ihre Festlegung besitzen wir aber außerdem die Formzahltafeln.

16. Wir kennen sodann aus den beobachteten Beständen heraus und den zu diesem Zwecke gemachten Höhenanalysen den Gang des Höhenwuchses.

17. Wir wissen weiter, daß die Formzahl von der Höhe abhängig ist und können nach dem bekannten Zusammenhange entwickeln den Gang der Formhöhe.

18. Bei Beständen, die einer Reihe der Höhenwuchsentwickelung angehören, verhalten sich für eine bestimmte Altersstufe die Massen wie die zugehörigen Querflächen.

19. Mit diesen Sätzen wird es uns sehr erleichtert eine Ertragstafel aufzustellen und zwar in folgender Weise:

Wir gehen von der Höhe aus und suchen für deren Entwickelungsgang die Formzahlen und erhalten damit die Formhöhen.

Man trage sie graphisch auf und vergleiche, wie sie mit den Formhöhen stimmen, die wir aus den Beständen gewonnen haben. Je nach Verhältnissen wird eine tiefer oder höher verlaufende Kurve als die allgemeine zu benutzen sein. Jedenfalls müssen aber die Aufnahmen die gewählte Kurve bestätigen.

Darauf werden die beobachteten Bestände, die zu der Höhenkurve gehören, ihrer Masse nach graphisch aufgetragen und eine Massenkurve danach entworfen.

20. Hierbei oder zur Verbesserung der Massenkurve leistet gute Dienste der Faktor zur Höhe.

Man findet ihn bekanntlich, indem man die Masse durch die Höhe teilt. Diese Rechnung führt man aus für die aufgenommenen Bestände, trägt die Ergebnisse graphisch auf, gleicht sie aus.

Die Massenkurve ergibt sich dann als Produkt der jeweiligen Höhen und Faktoren zur Höhe.

21. Dividieren wir endlich die Werte der Massenkurve durch die entsprechende Formhöhe, so erhalten wir die zu den Massen gehörigen Querflächen.

Auch diese müssen in guter Übereinstimmung sein mit denen, welche die zugrunde liegenden Bestände haben. Die Prüfung, ob es der Fall ist, wird am besten durch graphische Auftragung geführt.

22. Ist keine genügende Übereinstimmung da, so ist der Entwurf zu korrigieren und sei es bei der Formhöhe, dem Faktor zur Höhe oder der Höhe selbst so lange zu verschieben und abzustimmen, bis ein guter Zusammenschluß erreicht ist.

23. Dieses Verfahren ist in dem nachstehenden Beispiel eingehalten. Die unter 22 gedachte Korrektur erschien jedoch nicht notwendig.

Ich stelle das Verfahren an die Spitze, weil es die Erfahrungen früherer Arbeit ausnutzt und in seinem Gange vor groben Fehlern sichert.

Unterlagen zur Aufstellung einer Kiefern-Ertragstafel.

Nummer	Alter	g	h	m	Faktor zur Höhe	Formhöhe
1	37	34,1	13,9	280	20,1	8,2
	42	37,0	15,7	329	20,9	8,8
2	27	28,0	9,6	195	20,4	7,0
	44	33,8	16,0	311	19,4	9,2
3	38	34,4	14,2	283	20,0	8,2
	56	35,3	18,7	374	20,0	10,6
4	46	38,4	15,8	347	21,9	9,0
	64	40,8	21,0	434	20,6	10,6
5	58	38,9	18,1	376	20,8	9,7
	64	39,2	19,3	410	21,2	10,5

Nummer	Alter	g	h	m	Faktor zur Höhe	Formhöhe
6	50	36,5	17,3	343	19,8	9,4
	68	36,2	21,0	422	20,1	11,7
7	70	39,8	22,4	449	20,0	11,3
	77	40,4	24,0	483	20,1	12,0
8	71	39,8	21,5	436	20,2	11,3
	88	40,9	23,4	494	21,1	12,0
9	77	38,7	22,1	436	19,7	11,3
	87	39,6	23,9	487	20,4	12,3
10	80	41,7	24,7	492	19,9	11,8
	98	42,0	26,6	537	20,2	12,8
11	107	39,4	26,7	539	20,2	13,9
	114	39,2	27,5	552	20,1	14,1
12	108	40,7	27,1	557	20,6	13,7
	116	42,1	27,9	590	21,2	14,0

Zur Erläuterung vorstehender Tabelle diene folgendes:

Aus dem allgemein entwickelten Gesetze für Höhenzuwuchs der Kiefernbestände (Weise, Ertragstafeln für die Kiefer S. 69,

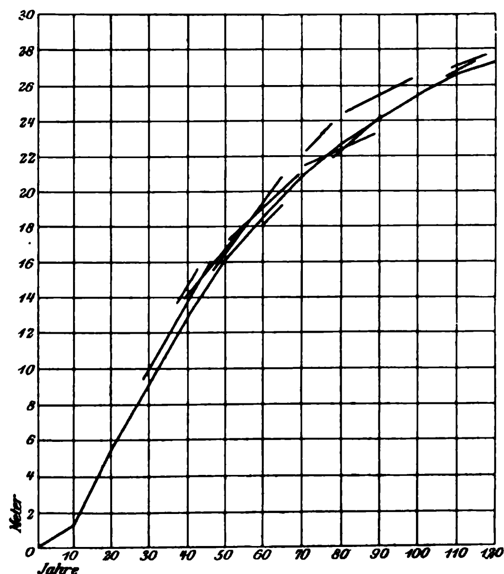


Abbildung 3.

Mündener f. Hefte 10 S. 24) ist die Mittelhöhenkurve gewählt, die im 120. Jahr mit 27,5 m abschließt.

Aus den wiederholten Aufnahmen, wie sie Schwappach veröffentlichte, sind dann zwölf Bestände gewählt, die zu dieser Kurve gehören. Sie geben in ihrer Entwickelung die Zahlen der vorhergehenden Tabelle.

Abbildung 3 stellt die Höhenkurve und die Entwickelung der Höhe von den Beständen 1—12 dar.

Abbildung 4 zeigt die Lage einer nach allgemein aufgestellten Formhöhen gezogenen Kurve im Vergleich zu den Kurvenstücken der Unterlagen.

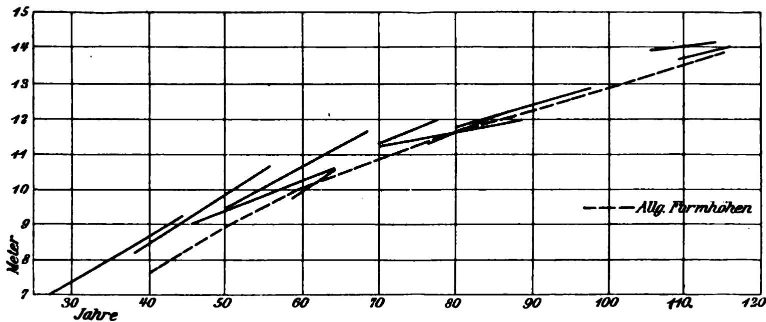


Abbildung 4.

Abbildung 5 gibt den Verlauf von den Faktoren zur Höhe nach den Unterlagen. Danach ist der Faktor vom 30. bis zum 120. Jahre auf 20,5 m festgelegt.

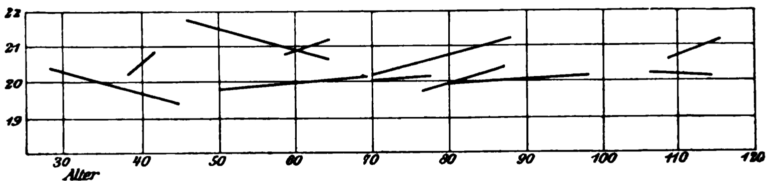


Abbildung 5.

Aus diesen Vorarbeiten erhalten wir die nachstehende Ertragstafel.

Alter	Mittelhöhe	Faktor z. Höhe	Masse	Formhöhe*)	Querfläche**)
30	9,4	20,5	193	6,7	28,8
40	13,1		269	8,1	33,2
50	16,3		334	9,4	35,5
60	18,9		387	10,4	37,7
70	21,1		433	11,3	38,3
80	22,9		469	12,0	39,1
90	24,9		502	12,7	39,5
100	25,8		529	13,2	40,1
110	26,8		549	13,6	40,4
120	27,5		564	13,9	40,6

*) Die eingesetzten Formhöhen sind 0,5 m höher als die allgemeinen, (S. 27) die Änderung ist belegt durch die Auftragung.

**) Die Größe ist also lediglich durch Rechnung gefunden. Mit ihr macht man gleichsam die Probe auf das Exempel. Diese Probe stellt Abbildung 6 in Zeichnung dar.

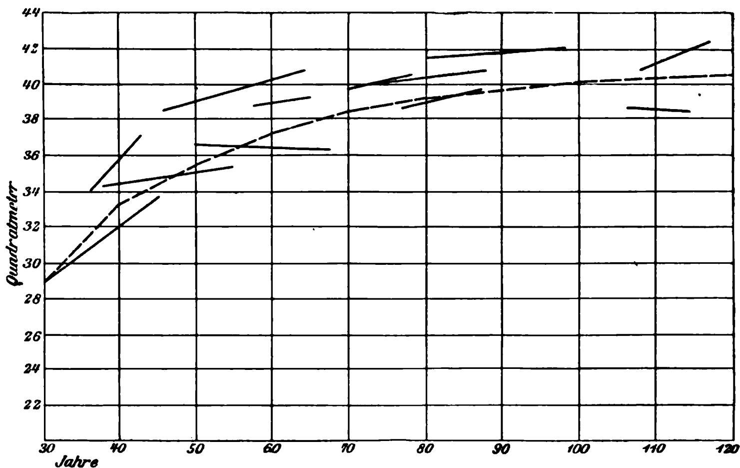


Abbildung 6.

24. Was wir erhalten, sind die Haupterträge d. h. die Massen, die der Bestand jeweilig in bestimmtem Alter nach eingelegter Durchforstung besitzt.

Es fehlen uns die Vorerträge.

25. Trotzdem die Ertragsprobeflächen nun z. T. über 30 Jahre in Beobachtung stehen, vermögen wir nicht die Höhe der Vorerträge aus den betreffenden Aufzeichnungen herzuleiten. Es hat das in folgenden Verhältnissen seinen Grund:

Der erste Hieb war für die Herleitung nicht zu gebrauchen, weil er aus in sich nicht vergleichbaren Verhältnissen entsprang. Der eine Bestand war vielleicht eben durchforstet, als er aufgenommen wurde, ein zweiter vielleicht vor 10 Jahren, ein dritter überhaupt nicht. Der erste Hieb sollte für die Flächen erst gleiche Bedingungen des Versuchs schaffen. Alle traten nach der Durchforstung in die Beobachtung und planmäßige Behandlung.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß trotzdem die Behandlung nicht gleichartig gewesen ist, ferner aber, daß trotz scharfen Schutzes Stämme verschwanden, endlich, daß die Zufallserträge sehr verschieden hoch gewesen und noch verschiedener gebucht sind.

Deshalb vermögen wir zurzeit die Vorerträge nur auf theoretischem Wege herzuleiten.

26. Für solche ist bei Aufstellung der Kiefern-Ertragstafeln von Weise die Verschiebung des Mittelstammes bei Stammzahlverminderungen nach Durchforstungen vom schwachen her benutzt.

Der Gedankengang war folgender:

Gesetzt ein Bestand hat 2000 Stämme auf der Flächeneinheit, dann liegt sein Mittelstamm mit relativer Masse 100 so, daß 800 Stämme stärker sind als er.

Verliert der Bestand in fünf Jahren 250 Stück, so daß also 1750 bleiben, so liegt deren Mittelstamm so, daß rund 700 Stämme stärker sind.

Der Mittelstamm dieser 1750 ist nicht 100, sondern darüber hinaus gerückt. Seine relative Masse sei z. B. 110.

Nehmen wir nun an, daß der Mittelstamm der 2000 einen Festgehalt von 0,25 hat, so hat der Mittelstamm der 1750 einen Festgehalt von 0,275.

Es ist also die Masse der 2000 Stämme = 500 fm, die der 1750 aber = 1750 · 0,275 = 481 fm.

Die 250 fallenden Stämme haben daher eine Masse von 500 — 481 = 19 fm.

Da lediglich vom schwachen her durchforstet ist, so stellen diese 19 fm den Mindestertrag der Durchforstung dar.

Die Hilfen für Durchführung der Rechnung sind in den Ertragstafeln für die Kiefer namentlich auf der graphischen Darstellung VII gegeben.

27. Später sind einfachere gegeben.

Wir fanden das Gesetz, daß bei fünf Klassen mit gleichen nach Stärke geordneten Stammzahlen die Massen der Klassen sich verhalten wie 40 : 24 : 17 : 12 : 7.

Diese Grundzahlen sind benutzt, um eine weitere Gliederung zu berechnen. Sie hat zu folgender Tabelle geführt, aus der ersichtlich ist, wieviel Anteil an Masse jedes einzelne Prozent der Stammzahl hat.

Aus dieser Tabelle ist die zweite hergeleitet über den Anteil der Masse, wenn man die Summe von oben, also vom starken her, zusammenfaßt.

Im normal geschlossenen Bestande hat von den stärksten Stämmen beginnend

das %	eine Masse ausgedrückt in 0,000 des ganzen Bestandes	das %	eine Masse ausgedrückt in 0,000 des ganzen Bestandes	das %	eine Masse ausgedrückt in 0,000 des ganzen Bestandes	das %	eine Masse ausgedrückt in 0,000 des ganzen Bestandes	das %	eine Masse ausgedrückt in 0,000 des ganzen Bestandes
1	0,024	21	0,015	41	0,010	61	0,007	81	0,004
2	0,023	22	0,014	42	0,010	62	0,007	82	0,004
3	0,023	23	0,014	43	0,010	63	0,007	83	0,004
4	0,022	24	0,014	44	0,009	64	0,007	84	0,004
5	0,022	25	0,013	45	0,009	65	0,007	85	0,004
6	0,022	26	0,012	46	0,009	66	0,007	86	0,004
7	0,021	27	0,012	47	0,009	67	0,007	87	0,004
8	0,021	28	0,012	48	0,009	68	0,007	88	0,004
9	0,021	29	0,012	49	0,009	69	0,007	89	0,004
10	0,021	30	0,012	50	0,008	70	0,007	90	0,004
11	0,021	31	0,012	51	0,008	71	0,006	91	0,004
12	0,020	32	0,012	52	0,008	72	0,006	92	0,004
13	0,020	33	0,012	53	0,008	73	0,006	93	0,003
14	0,019	34	0,011	54	0,008	74	0,005	94	0,003
15	0,019	35	0,011	55	0,008	75	0,005	95	0,003
16	0,018	36	0,011	56	0,008	76	0,005	96	0,003
17	0,017	37	0,011	57	0,008	77	0,005	97	0,003
18	0,016	38	0,010	58	0,008	78	0,004	98	0,003
19	0,015	39	0,010	59	0,007	79	0,004	99	0,002
20	0,015	40	0,010	60	0,007	80	0,004	100	0,002
Sa.	0,400		0,240		0,170		0,120		0,070

Wenn die vorhin als Beispiel genommenen 2000 Stämme 500 fm haben, so haben 1750 stärkste und bleibende also 87,5 %, an Masse 0,96, des ganzen Bestandes also

500 · 0,96 = 480 fm.

Der Aushieb ergibt eine Masse von 500 — 480 = 20 fm.

Schwappach läßt für Fichte Bonität I vom 40. zum 50. Jahre die Stammzahl von 2800 auf 1790, also von 100 auf 64 sinken.

64 % stärkste Stämme haben 0,838 von der Masse des Vollbestandes. Diese ist im 40. Jahre 514 fm, also für die 64 % stärksten = 431 fm.

Die 36 % schwächsten haben demnach 83 fm. So hoch muß aber mindestens der Vorertrag sein.

Im normal geschlossenen Bestande haben von den stärksten beginnend

% aller Stämme	eine Masse ausgedrückt in 0,000 des ganzen Bestandes	% aller Stämme	eine Masse ausgedrückt in 0,000 des ganzen Bestandes	% aller Stämme	eine Masse ausgedrückt in 0,000 des ganzen Bestandes	% aller Stämme	eine Masse ausgedrückt in 0,000 des ganzen Bestandes	% aller Stämme	eine Masse ausgedrückt in 0,000 des ganzen Bestandes
1	0,024	21	0,415	41	0,650	61	0,817	81	0,934
2	0,047	22	0,429	42	0,660	62	0,824	82	0,938
3	0,070	23	0,443	43	0,670	63	0,831	83	0,942
4	0,092	24	0,457	44	0,679	64	0,838	84	0,946
5	0,114	25	0,470	45	0,688	65	0,845	85	0,950
6	0,136	26	0,482	46	0,697	66	0,852	86	0,954
7	0,157	27	0,494	47	0,706	67	0,859	87	0,958
8	0,178	28	0,506	48	0,815	68	0,866	88	0,962
9	0,199	29	0,518	49	0,724	69	0,873	89	0,966
10	0,220	30	0,530	50	0,732	70	0,880	90	0,970
11	0,241	31	0,542	51	0,740	71	0,886	91	0,970
12	0,261	32	0,554	52	0,748	72	0,892	92	0,978
13	0,281	33	0,566	53	0,756	73	0,898	93	0,981
14	0,300	34	0,577	54	0,764	74	0,903	94	0,984
15	0,319	35	0,588	55	0,772	75	0,908	95	0,987
16	0,337	36	0,599	56	0,780	76	0,913	96	0,990
17	0,354	37	0,610	57	0,788	77	0,918	97	0,993
18	0,370	38	0,620	58	0,796	78	0,922	98	0,996
19	0,385	39	0,630	59	0,803	79	0,926	99	0,998
20	0,400	40	0,640	60	0,810	80	0,930	100	1,000

28. So berechnete Erträge sind höher, als sie die Praxis kennt.

Weshalb?

Weil bei der Berechnung der festen Masse schwerwiegende Fehler gemacht werden, tatsächlich auch ein großer Teil der Stämme nicht zur Ernte seitens der Verwaltung kommt, vielmehr gestohlen wird oder ungenutzt im Walde verfault.

Frühere Methoden der Ertragstafel-Aufstellung.

Weiserverfahren und einmalige Bestandsaufnahmen.

29. Weiserverfahren nennt man solche, welche massebildende Größen eines Bestandes in ihrer gesetzmäßigen Entwicklung feststellen und sie benutzen, um mit ihrer Hilfe die zu einer Ertragsreihe gehörenden Bestände zu finden.

G. L. Hartig

30. geht von einem Jungbestande aus und von da zu älteren Gliedern der Ertragsreihe und zwar in folgender Art: Ein vierzigjähriger Bestand wird vor der Durchforstung genau aufgenommen. Darauf wird die Durchforstung eingelegt. Es folgt abermalige Aufnahme des bleibenden Bestandes, so daß also Durchforstung und Hauptbestand gebucht werden können.

Hartig sucht dann einen Bestand auf, der um eine Durchforstungsstufe älter, aber noch nicht durchforstet ist. Wenn er zu derselben Reihe gehören soll wie der jüngere, so muß die Stammzahl übereinstimmen. Auch muß Höhe und Stärke der Stämme vermuten lassen, daß der ältere Bestand im vierzigsten Jahre ebenso aussah, wie der aufgenommene. Ist das der Fall, so gilt er als zur Reihe gehörig.

Man verfährt mit ihm nun so, wie man es mit dem vierzigjährigen getan hat, und gewinnt in den Zahlen der Aufnahme nach eingelegter Durchforstung die Weisergrößen für das nächst ältere Glied.

So vorschreitend gelangt man bis zum Altholz und gewinnt mit den Aufnahmen die Zahlen für Hauptertrag und für Vorertrag.

31. Die Tafel selbst, wie sie nachstehend aus Hartigs Anweisung zur Taxation 4. Auflage 1819 genommen ist, gibt über die Einzelheiten genügende Auskunft.

Erfahrungs-Tabelle usw.
aus oft wiederholten Versuchen im nördlichen Deutschland berechnet.

Holzart	Verschiedenheit des Bodens	Alter	Nutzungen: 1. Größe Stämme: Zahl	Nutzungen: 1. Größe Stämme: Masse eines c′	Nutzungen: 2. Größe Stämme: Zahl	Nutzungen: 2. Größe Stämme: Masse eines c′	Nutzungen: Ertrag: Scheit (Klafter)	Nutzungen: Ertrag: Prügel (Klafter)	Nutzungen: Ertrag: Reis (Klafter)	Bleibender Bestand: 1. Größe: Zahl	Bleibender Bestand: 1. Größe: Masse eines c′	Bleibender Bestand: 2. Größe: Zahl	Bleibender Bestand: 2. Größe: Masse eines c′	Summe der Stämme-Anzahl
Eiche	Guter Boden	40	—	—	—	—	—	—	300	600	1,5	1200	0,25	1800
		60	300	0,75	900	0,33	—	3	200	300	6	300	2	600
		90	300	2,5	—	—	—	10	100	120	18	180	9	300
		120	100	12	—	—	10,5	2	130	120	28	80	14	200
		150	80	20	—	—	14,5	2	170	60	50	60	40	120
		180	20	50	—	—	9	1,5	100	60	70	40	55	100
		210	60	90	40	70	73	12	850	—	—	—	—	—
Kiefer	Guter Boden	30	—	—	—	—	—	1	400	600	2,5	1000	1	1600
		60	500	1,5	500	0,75	—	15	200	300	12	300	6	600
		90	300	9	—	—	21	8	250	150	30	150	16	300
		120	150	48	150	24	99	12	1100	—	—	—	—	—

Th. Hartig

32. nahm Weisergrößen des Altbestandes. Aus einem solchen erhält man durch Analyse von systematisch ausgewählten Probestämmen den Gang des Höhenwuchses und der Durchmesserzunahme und einen Anhalt über die Entwicklnng des Inhalts.

'Der Altbestand enthält im allgemeinen nur solche Stämme, die stets die kräftigsten uud wuchsfreudigsten waren. Die Analysen geben uns also keinen Aufschluß über das Füllmaterial, was mit den Vorerträgen aus dem Walde kam, sondern nur Anhalt über die früheren Ausmaße der kräftigsten Stämme.

Wir stellen uns nun das Ergebnis der Analysen tabellarisch für die einzelnen Altersstufen dar und suchen jüngere Bestände auf, die mit den Ausmaßen und der Anzahl herrschender Stämme der Tabelle entsprechen.

Th. Hartig.

Weisertabelle aus einem 125jährigen Rotbuchwert.

Stammzahl	Gegenwärtig			Vor 5 Jahren			Vor 25 Jahren			Vor 45 Jahren			Vor 65 Jahren			usw.
	Höhe	Durchmesser	Schaftmasse	Höhe	Durchmesser	Schaftmasse	Höhe	Durchmesser	Schaftmasse	Höhe	Durchmesser	Schaftmasse	Höhe	Durchmesser	Schaftmasse	
	Fuß	Zoll	Kbf.	Fuß	Zoll	Kbf.	Fuß	Zoll	Kbf.	Fuß	Zoll	Kbf.	Fuß	Zoll	Kbf.	
I. Kl. 38	110	18,2	80	109	17,2	76	107	14,4	55	101	11,5	34	75	8,4	16	
II. „ 48	107	16,0	70	106	15,0	67	104	13,4	51	98	11,5	33	81	9,4	18	
III. „ 48	98	13,1	43	97	12,8	42	95	11,6	34	86	10,0	25	67	7,2	12	
IV. „ 18	102	10,6	29	101	10,2	28	99	9,3	23	91	8,0	17	74	7,2	9	

Erweisen deren Analysen entsprechenden Gang mit denen aus dem Altbestande, so besteht so viel Wahrscheinlichkeit für die Zusammengehörigkeit, daß man sie in eine Ertragsreihe bringen kann. Abweichende Entwicklung wird dagegen einer anderen Reihe zugewiesen.

33. Die Massen der Füllstämme berechnete Th. Hartig auf theoretischem Wege, während

Robert Hartig

die tatsächlich gefundenen Massen zur Herleitung der betr. Beträge benutzte.

Weise (Ertragstafeln der Kiefer 1880)

34. geht aus von dem gesetzmäßigen Aufbau der Mittelhöhe. Da dieser sich nicht direkt aus einer Stammanalyse ergibt, so wird die sogenannte Oberhöhe eingeführt, das ist die Höhe unbedingt herrschender Stämme. Die Analysen stärkerer Stämme des haubaren Orts weisen den Gang der Oberhöhe, weil diese Stämme stets zu den herrschenden gehörten.

35. Untersucht man nun den Unterschied zwischen Oberhöhe und Mittelhöhe, so kommt man auf sehr gleichmäßig verlaufende Zahlen. Man kann daher mit Hilfe der Differenz von Oberhöhe und Mittelhöhe aus den Oberhöhenkurven auch die der Mittelhöhe entwickeln.

Das ist geschehen.

36. Es wurden dann für die fünf Bonitäten der Kiefer charakteristische Höhenkurven aufgesucht und die untersuchten Bestände nach Alter und Höhe bonitiert.

Für Bonität I ist z. B. charakteristisch die Kurve, die zur Mittelhöhe 30 m im 120. Jahre führt, für Bonität II die Kurve, die zur Mittelhöhe 27 m führt. Die Grenze zwischen beiden Bonitäten ergibt die Kurve, die zur Höhe 28,5 m im 120. Jahre führt. Es gehören also in die Bonität I nur diejenigen Bestände, die mit ihrer Höhe über die Grenzkurve hinausgehen.

37. Trägt man nun die so als zusammengehörend gefundenen Bestände nach Alter und Masse auf, so gehen die Auftragungen viel weiter auseinander, als man nach den Höhenauftragungen vermuten sollte. Die Erklärung hierfür liegt in den Querflächen. Soweit wie diese schwanken, soweit schwanken auch die Massen. Denn bei gleich alten Beständen mit gleichen Höhen verhalten sich die Massen wie die zugehörigen Querflächen.

38. Der normale Schluß ist ein relativer Begriff. Im allgemeinen haben norddeutsche Bestände nicht so viel Querfläche, wie süddeutsche.

Für die Erträge ist deshalb nicht nur eine Kurve entworfen, sondern eine für Maximum, eine zweite für Minimum und endlich eine für das Mittel.

39. Die Ertragstafel für die mittleren Erträge ist dann weiter ausgearbeitet, wie der nachstehende Abdruck für Bonität II zeigt. (Tabellen siehe folgende Seiten.)

40. Lorey. Weißtanne.

Lorey hat die Schwierigkeiten der Altersbestimmung bei der Weißtanne beseitigt durch die Aufnahme des wirtschaftlichen Alters (vgl. S. 29).

Er leitet das Gesetz des Höhen- und Durchmesserwachstums aus dem Mittelstamm der 200 stärksten Stämme her und benutzt diese Größen zur Auffindung der zusammengehörenden Aufnahmen.

Weiteres zu Lorey S. 79 und 80.

Bonität II.

Alter	Stammzahl	Stammgrundfläche bei 1,3 m Höhe		Durchmesser des Bestandsmittelstammes	Bestands-				Masse			Bestandsformzahl		Bestandsrichthöhe			
					mittelhöhe		oberhöhe		Derbholz	Reisholz	zusammen	Derbholz	Gesamtmasse	Derbholz		Gesamtmasse	
		qm	dm	mm	m	dm	m	dm				0,000	0,000	m	dm	m	dm
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	5	2	—	1	8	2	2	—	—	44	—	4,701	—	—	8	5
15	—	11	6	—	3	7	4	3	—	—	72	—	1,678	—	—	6	2
20	—	18	7	—	5	7	6	5	5	102	107	—	1,004	—	—	6	7
25	—	23	5	—	7	5	8	5	35	116	151	0,199	0,857	1	5	6	5
30	4683	27	3	86	9	3	10	4	82	111	193	323	760	3	0	7	1
35	3432	30	2	106	10	9	12	3	150	83	233	456	708	5	0	7	7
40	2558	33	0	123	12	5	14	1	198	72	270	480	655	6	0	8	2
45	2035	35	0	148	14	1	15	8	243	60	303	0,492	0,614	6	9	8	7
50	1644	36	5	168	15	6	17	3	276	56	332	485	583	7	6	9	1
55	1356	37	7	188	16	9	18	6	304	53	357	477	560	8	1	9	5
60	1139	38	4	207	18	2	19	9	328	51	379	469	542	8	5	9	9
65	975	39	1	226	19	4	21	0	349	50	399	0,460	0,526	8	9	10	2
70	841	39	6	245	20	5	22	1	367	50	417	452	514	9	3	10	5
75	735	39	9	263	21	5	23	1	384	49	433	448	505	9	6	10	9
80	653	40	2	280	22	3	23	9	400	48	448	446	500	9	9	11	1
85	592	40	4	295	23	1	24	7	414	48	462	0,444	0,495	10	2	11	4
90	541	40	6	309	23	9	25	5	427	48	475	440	490	10	5	11	7
95	498	40	8	323	24	6	26	2	438	48	486	436	484	10	7	11	9
100	461	40	9	336	25	2	26	8	448	48	496	435	481	11	0	12	1
105	428	41	0	349	25	8	27	3	458	48	506	0,433	0,478	11	2	12	3
110	398	41	0	362	26	3	27	8	468	48	516	434	479	11	4	12	6
115	375	41	0	373	26	7	28	2	477	48	525	436	480	11	6	12	8
120	356	41	0	383	27	0	28	5	486	48	534	439	482	11	9	13	0

Weiserverfahren und mehrmalige Aufnahmen.

41. Die Probeflächen werden dauernd festgelegt und in Zwischenräumen von etlichen — gewöhnlich fünf — Jahren aufgenommen. Durch diese wiederholten Aufnahmen erhalten wir

b. Medium.

Laufender Zuwachs pro Jahr				Durchschn.-Zuwachs				Zuwachsprozent vorwärts				Normalvorrat Derbholz	Nutzungsprozent		Normalvorrat an Gesamtmasse	Nutzungsprozent		Alter
Derbholz		Gesamtmasse		Derbholz		Gesamtmasse		Derbholz		Gesamtmasse								
fm	dm	fm	dm	fm	dm	fm	dm		dm		dm	fm		dm	fm		dm	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	—	4	4	—	—	4	4	—	—	12	7	—	—	—	88	50	0	10
—	—	5	6	—	—	4	8	—	—	9	7	—	—	—	364	19	8	15
—	—	7	0	—	3	5	4	—	—	8	2	10	50	0	794	13	5	20
6	0	8	8	1	4	6	0	26	9	5	6	95	36	8	1417	10	7	25
9	4	8	4	2	7	6	4	16	6	4	1	364	22	5	2256	8	6	30
13	6	8	0	4	3	6	7	6	4	3	2	910	16	5	3301	7	1	35
9	6	7	4	4	9	6	7	4	5	2	4	1756	11	3	4540	5	9	40
9	0	6	6	5	4	6	7	2	7	1	9	2836	8	6	5956	5	1	45
6	6	5	8	5	5	6	6	2	0	1	5	4117	6	7	7529	4	4	50
5	6	5	0	5	5	6	5	1	6	1	2	5553	5	5	9239	3	9	55
4	8	4	4	5	5	6	3	1	3	1	1	7121	4	6	11068	3	4	60
4	2	4	0	5	4	6	1	1	0	0	9	8803	4	0	13003	3	1	65
3	6	3	6	5	2	6	0	0	9	0	8	10584	3	5	15034	2	8	70
3	4	3	2	5	1	5	8	0	8	0	7	12453	3	1	17151	2	5	75
3	2	3	0	5	0	5	6	0	7	0	6	14405	2	8	19346	2	3	80
2	8	2	8	4	9	5	4	0	6	0	6	16433	2	5	21614	2	1	85
2	6	2	6	4	7	5	3	0	5	0	5	18526	2	3	23950	2	0	90
2	2	2	2	4	6	5	1	0	5	0	4	20686	2	1	26347	1	8	95
2	0	2	0	4	5	5	0	0	4	0	4	22896	2	0	28797	1	7	100
2	0	2	0	4	4	4	8	0	4	0	4	25156	1	8	31297	1	6	105
2	0	2	0	4	3	4	7	0	4	0	3	27466	1	7	33847	1	5	110
1	8	1	8	4	2	4	6	0	4	0	3	29824	1	6	36445	1	4	115
1	8	1	8	4	1	4	5	—	—	—	—	32227	1	5	39088	1	4	120

also Einblick in die Entwicklung der Massen und massebildenden Größen.

Ist das Aufnahmeverfahren sicher und gut, so erhalten wir daraus regelmäßig verlaufende Kurvenstücke, die uns das Entwerfen durchgehender Kurven außerordentlich erleichtern.

Die Weiserkurven aus Analysen dienen zur Kontrolle, verlieren aber natürlich an Wert, wenn zahlreiche Kurvenstücke mit ausgeprägtem Charakter aus den Aufnahmen vorliegen.

Die nachstehenden Tafeln sind demgemäß entstanden. Im einzelnen ist zu bemerken:

42. Schwappach bearbeitete:

1889 Wachstum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene,
1896 Neuere Untersuchungen über Wachstum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene,
1890 Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände,
1902 desgl. in Preußen, in demselben Bande auch: Untersuchnngen über Zuwachs und Form der Schwarzerle.
1893 " " " " Rotbuchenbestände.

43. Bei der Kiefer folgte er im wesentlichen Weise und kam zu denselben Ergebnissen in bezug auf das Medium der Erträge und die Entwicklung der Höhen.

Die Angaben über Maximum und Minimum sind fallen gelassen.

Vorerträge und Querflächen schwanken bei den beiden Schwappachschen Bearbeitungen gegen einander.

Mit Fortlassung einiger Kolonnen sind die Tafeln auf nebenstehender Seite veröffentlicht.

44. Die erste Bearbeitung der Fichte zeigte Wirtschaft der alten Form, wobei die Bestände vom schwachen her durchforstet werden.

Süd- und Norddeutschland sind getrennt gehalten und für jedes Gebiet werden Tafeln gegeben.

Von etwa 1890 ab hat Schwappach die Flächen in weit stärkerem Maße durchforstet, als in der Praxis üblich ist, und auf Grund der Erhebungen Tafeln aufgestellt, die gegen die früheren wesentlich abweichen, indem sie viel höhere Vorerträge zeigen und entsprechend verringerte Hauptertäge.

Neuere Untersuchungen über Wachstum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene von Schwappach 1896. II. Ertragsklasse (Bruchstück).

Alter	Hauptbestand								Periodischer Abgang						Hauptbestand u. period. Abgang		Massenzuwachs								Alter
	Stammzahl	Stammgrundfläche	Mittlere Höhe	Mittlerer Durchmesser	Masse		Formzahl		Stammzahl	Stammgrundfläche	Masse		Summe d. Vorerträge		Gesamt-Masse		durchschnittlicher jährlicher				laufender jährlicher der Gesamt-Masse				
																	d. Hauptbestandes		d. Gesamtmasse		Derbholz		Derb- u. Reisholz		
					Derbholz	Derb- und Reisholz	Derbholz	Baum			Derbholz	Derb-u.Reisholz	Derbholz	Derb- und Reisholz	Derbholz	Derb- und Reisholz	Derbholz	Derb- u. Reisholz	Derbholz	Derb- u. Reisholz					
Jahre		qm	m	cm	fm	fm				qm	fm	fm	fm	fm	fm	fm	fm	fm	fm	fm	fm	%	fm	%	Jahre
25	3744	23,5	9,1	8,9	81	162	383	757	830	3,0	2	8	2	8	83	170	3,2	6,5	3,3	6,8	7,6	13,9	9,5	7,2	25
30	3084	26,5	11,1	10,5	116	197	398	670	660	3,6	7	15	9	23	125	220	3,9	6,6	4,2	7,3	9,1	10,4	10,4	6,2	30
35	2546	28,7	12,8	11,9	153	230	418	628	538	3,9	12	21	21	44	174	274	4,4	6,6	5,0	7,8	10,2	8,5	10,7	5,5	35
40	2126	30,4	14,3	13,5	191	260	439	597	420	4,0	15	23	36	67	227	327	4,8	6,5	5,7	8,2	10,4	6,9	10,4	4,6	40
45	1792	31,9	15,7	15,1	225	287	449	574	334	3,8	17	24	53	91	278	378	5,0	6,4	6,2	8,4	10,0	5,3	10,1	3,9	45
50	1525	33,2	17,0	16,7	256	314	454	556	267	3,4	18	23	71	114	327	428	5,1	6,3	6,5	8,6	9,5	4,4	9,6	3,5	50
55	1313	34,3	18,2	18,3	284	338	455	541	212	3,0	18	22	89	136	373	474	5,2	6,1	6,8	8,6	8,9	3,6	9,0	2,9	55
60	1143	35,2	19,3	19,8	310	361	456	530	170	2,5	17	21	106	157	416	518	5,2	6,0	6,9	8,6	8,4	3,0	8,7	2,6	60
65	1005	36,0	20,3	21,4	334	384	457	525	138	2,1	17	20	123	177	457	561	5,1	5,9	7,0	8,6	7,9	2,6	8,4	2,4	65
70	890	36,7	21,2	22,9	356	406	458	521	115	1,9	16	19	139	196	495	602	5,1	5,8	7,1	8,6	7,4	2,3	7,9	2,1	70
75	794	37,2	22,1	24,4	376	426	458	517	96	1,7	16	18	155	214	531	640	5,0	5,7	7,1	8,5	6,9	2,0	7,3	2,0	75
80	714	37,6	22,9	25,9	394	444	458	513	80	1,6	15	17	170	231	564	675	4,9	5,5	7,0	8,4	6,4	1,8	6,8	1,6	80

Alter	Derbholz im Hauptbestande 1890	Vorertrag Derbholz	Derbholz im Hauptbestande 1902	Vorertrag Derbholz
25	120	—	70	1
30	204	4	125	8
35	298	9	189	14
40	388	15	262	20
45	469	21	338	26
50	542	27	410	31
55	608	30	475	36
60	668	32	530	41
65	722	32	574	46
70	771	32	610	50
75	816	30	640	53
80	857	29	666	55
85	895	27	689	56
90	931	25	708	55
95	965	23	723	54
100	997	22	734	53

45. Schuberg hat die an sich richtige Beobachtung gemacht, daß dieselbe Masse in Normalbeständen sich aus verschiedenen massebildenden Faktoren zusammensetzen kann.

Ein stammreicher Bestand kann bei kleinerer Höhe, geringerem Mittelstamm dieselbe Masse, wie ein stammarmer mit größerer Höhe und stärkerem Mittelstamme haben.

Das veranlaßt Schuberg, jede Ertragsklasse in drei Unterklassen nach Stammreichtum zu zerlegen, so daß also jede Unterklasse ganz verschieden Kriterien in Stammzahl, Höhe und Durchmesser erhält.

Die Verwendung der Tafeln wird dadurch sehr erschwert.

Zum Verständnis des nachstehenden Bruchstückes sei bemerkt: Kolonne M nennt die Masse. Dahinter steht dz = Durchschnittszuwachs und lz = laufender Zuwachs. Dann kommen die Unterklassen: Schlußgrad a—b—c. Bei jedem Grade ist angegeben n = Stammzahl, Gs = Grundfläche des Bestandes, d = Durchmesser des Bestandsmittelstammes, h = Bestandsmittelhöhe.

Ein 60jähriger Buchenbestand auf Standort erster Klasse hat

436,8 fm, kann aber in der Stammzahl trotz eines nach gleichmäßigen Grundsätzen geübten Durchforstungsbetriebes schwanken
in der Stammzahl von 876 bis 1716,
in der Querfläche von 30,65 bis 36,20 qm,
in der Höhe von 19,1 bis 24,0 m.

Buchen-Ertragstafel nach Schuberg. I. (beste Standortsklasse).

Bestands-Alter	M	Zuwachs		Schlußgrad a				Schlußgrad b				Schlußgrad c			
		dz	lz	n	Gs	d	h	n	Gs	d	h	n	Gs	d	h
A	Festmeter				qm	mm	m		qm	mm	m		qm	mm	m
25	148,2	5,93	7,98	3890	17,70	76	11,2	6538	20,40	63	9,6	11780	23,10	50	7,9
30	188,1	6,27	8,22	2740	20,25	97	13,5	4283	22,70	82	11,7	7080	25,50	68	9,9
35	229,2	6,55	8,40	2080	22,35	117	15,6	3119	24,95	101	13,7	4842	27,60	85	11,8
40	271,2	6,78	8,40	1620	24,30	138	17,6	2380	26,90	120	15,5	3600	29,50	102	13,5
45	313,2	6,96	8,36	1340	26,05	157	19,4	1952	28,70	137	17,3	2880	31,40	118	15,1
50	355,0	7,10	8,30	1138	27,65	176	21,1	1634	30,40	154	18,8	2347	33,10	134	16,5
55	396,5	7,21	8,06	986	29,20	194	22,6	1410	32,00	170	20,2	1960	34,70	150	17,9
60	436,8	7,28	7,66	876	30,65	211	24,0	1230	33,50	186	21,5	1716	36,20	164	19,1
65	475,1	7,31	7,46	778	32,05	229	25,3	1090	34,90	202	22,7	1510	37,60	178	20,2
70	512,4	7,32	7,32	708	33,35	245	26,5	980	36,25	217	23,8	1360	39,00	191	21,2
75	549,0	7,32	7,00	645	34,50	261	27,6	896	37,55	231	24,9	1232	40,30	204	22,2
80	584,0	7,30	6,62	596	35,65	276	28,7	823	38,75	245	25,9	1123	41,55	217	23,1
85	617,1	7,26	6,56	556	36,75	290	29,8	763	39,90	258	26,9	1030	42,75	230	24,0
90	649,8	7,22	6,26	520	37,80	304	30,8	712	41,05	271	27,8	953	43,85	242	24,8
95	681,1	7,17	5,98	492	38,80	317	31,7	666	42,15	284	28,7	887	44,95	254	25,5
100	711,0	7,11	5,64	465	39,80	330	32,6	627	43,15	296	29.4	833	46,00	265	26,2
105	739,2	7,04	5,50	443	40,75	342	33,4	593	44,15	308	30,1	786	47,00	276	26,8
110	766,7	6,97	5,36	423	41,60	354	34,1	564	45,05	319	30,8	747	47,95	286	27,4
115	793,5	6,90	5,22	405	42,40	365	34,8	537	45,90	330	31,4	710	48,85	296	28,0
120	819,6	6,83	4,82	393	43,15	375	35,5	514	46,65	340	32,0	676	49,70	306	28,5

46. Loreys Ertragstafeln für die Weißtanne 1897 sind nach dem unter 40 gedachten leitenden Gedanken aufgebaut.

Außerdem hat Lorey 1899 Ertragstafeln für die Fichte bearbeitet.

Dem Einblick in die Tafeln dient das nachstehende Bruchstück.

Lorey. Fichte. Bonität II.

Alter	Stamm-zahl	Quer-fläche	Mittl. Durchm.	Mittel-Höhe	Masse: Derb-holz	Masse: Reisig	Masse: Zus.	Formzahl: Derb-holz	Formzahl: Baum-holz	Vornutzung: Stamm-zahl	Vornutzung: Gesamt-masse	Vornutzung: Derb-holz	Summe der Vornutzungen: Gesamt-masse	Summe der Vornutzungen: Derbholz
40	3810	30,3	10,0	10,3	175	116	291	0,561	0,933	810	19	5	57	8
45	3150	34,2	11,8	12,1	235	114	349	0,568	0,843	660	24	9	81	17
50	2600	37,6	13,6	13,9	300	108	408	0,576	0,781	550	29	17	110	34
55	2140	40,8	15,6	15,8	371	102	473	0,576	0,734	460	32	24	142	58
60	1780	43,6	17,7	17,6	442	93	535	0,576	0,697	360	34	28	176	86
65	1500	46,2	19,8	19,4	502	93	595	0,560	0,664	280	35	30	211	116
70	1260	48,4	22,1	21,1	554	96	650	0,542	0,636	240	35	31	246	147
75	1060	50,5	24,6	22,7	600	95	695	0,526	0,609	200	34	30	280	177
80	910	52,5	27,0	24,2	646	91	737	0,511	0,583	150	33	29	313	206
85	780	53,8	29,6	25,5	686	91	777	0,500	0,567	130	31	27	344	233
90	720	55,2	31,2	26,8	727	89	816	0,491	0,551	60	27	23	371	256
95	675	56,4	32,6	28,0	764	88	852	0,484	0,540	45	25	21	396	277
100	655	57,6	33,5	29,0	800	85	885	0,479	0,530	20	21	18	417	295
105	640	58,4	34,1	29,8	833	85	918	0,478	0,527	15	17	15	434	310
110	628	59,3	34,7	30,6	866	77	943	0,478	0,521	12	14	12	448	322
115	618	60,0	35,2	31,2	893	82	975	0,478	0,521	10	11	10	459	332
120	608	60,7	36,7	31,7	920	80	1000	0,478	0,520	10	11	10	470	342
125	600	61,2	36,1	32,2	943	79	1022	0,478	0,519	8	11	10	481	352
130	600	61,2	36,5	32,6	970	80	1050	0,478	0,518					

Ertragstafeln aus Maximum und Minimum.

47. Wir suchen die höchsten und niedrigsten Erträge auf und verbinden diese wie jene zu Ertragsreihen. Damit kennen wir die Grenzen der Massenerzeugung in geschlossenen Beständen. Die Zwischenwerte ergeben sich durch Rechnung (älteres Verfahren) oder durch Zeichnung (neueres Verfahren). Wir nehmen dabei an, daß die Entwicklung aller Ertragsreihen sich ähnlich derjenigen der Grenzwerte gestaltet.

48. Das ältere Verfahren ist von Cotta bereits benutzt, wie seine Klassentafel zur Bestimmung der Standortsgüte ergibt. Für Fichte hat die geringste Klasse im 100. Jahre 1832c′, die nächste beginnt mit 3692c′. Es folgen 5551 — 7411 — 9271 — 11131 — 12990 — 14850 — 16710 — 18570 — 20430c′.

Der Unterschied von Klasse zu Klasse ist rund 1860c′, bei der Kiefer 1800c′, bei der Eiche 928c′.

49. Die Kiefern-Ertragstafeln von Pfeil-Schneider geben für das 100. Jahr in Kubikmetern 125 — 202 — 279 — 356 — 433, also die gleichmäßige Differenz von 77 fm.

50. Die Untersuchung zeigt, daß vielfach dieses rechnerische Verfahren benutzt ist.

Ersetzt man die Zahlenrechnung durch die Zeichnung, so gelangt man zu dem neueren Verfahren, was man auch mit dem Namen Streifenverfahren belegt hat. Diese Bezeichnung ist von dem sich ergebenden Bilde hergenommen.

51. Baur betrat in dem Werke „Die Fichte in bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form" 1877 und später in dem Werke „Die Buche in bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form" diesen Weg. Er trug also die aufgenommenen Bestände auf nach Altern (Abszisse) und Massen (Ordinate), zog dann nach Maßgabe der Maxima und Minima je eine Grenzkurve und erhielt damit einen durch diese abgegrenzten Streifen, der, im Jugendalter der Bestände schmal, sich mit dem Alter verbreiterte. Dieser Streifen wird durch gleichmäßige Teilung der in ihm liegenden Ordinatenstücke in schmalere Streifen zerlegt.

54. Bruchstück aus der Normal-Ertragstafel für die Fichte.

II. Bonität.

Alter	Der Hauptbestand ergab pro Hektar (exkl. Zwischennutzungen und Stockholz)											Zuwachsprozent	
	Stammzahl	Kreisflächensumme 1,3 m vom Boden	Höhenzuwachs laufender	Höhenzuwachs durchschnittlicher	mittlere Höhe	Derbholz	Derb- und Reisholz	des Derbholzes Zuwachs laufender	des Derbholzes Zuwachs durchschnittlicher	des Derb- u. Reisholzes Zuwachs laufender	des Derb- u. Reisholzes Zuwachs durchschnittlicher	des Derbholzes	des Derb- und Reisholzes
Jahre		qm	m	m	m	fm	fm	fm	fm	fm	fm		
1	—	0,2	—	—	0,0	0	1	—	—	—	1,0	—	—
2	—	0,8	—	—	0,0	0	2	—	—	1	1,0	—	150
3	—	1,5	—	—	0,0	0	5	—	—	3	1,6	—	60
4	—	2,2	0,1	0,02	0,1	0	8	—	—	3	2,0	—	38
5	—	3,0	0,1	0,04	0,2	0	11	—	—	3	2,1	—	37
6	—	3,8	0,1	0,05	0,3	0	14	—	—	3	2,3	—	22
7	—	4,6	0,1	0,06	0,4	0	18	—	—	4	2,6	—	22
8	—	5,5	0,1	0,06	0,5	0	22	—	—	4	2,7	—	18
9	—	6,5	0,1	0,07	0,6	0	26	—	—	4	2,9	—	15
10	—	7,5	0,1	0,07	0,7	0	30	—	—	4	3,0	—	13
51	2694	41,8	0,3	0,27	14,1	298	416	10	5,8	10	8,1	3,5	2,4
52	2620	42,1	0,3	0,28	14,4	308	426	10	5,9	10	8,2	3,4	2,1
53	2546	42,4	0,3	0,28	14,7	318	435	10	6,0	9	8,2	3,3	2,1
54	2473	42,7	0,3	0,28	15,0	328	444	10	6,1	9	8,2	3,2	2,0
55	2400	43,0	0,3	0,28	15,3	338	453	10	6,2	9	8,2	3,1	2,0
56	2336	43,3	0,3	0,28	15,6	348	462	10	6,2	9	8,3	3,0	1,9
57	2272	43,6	0,3	0,28	15,9	358	471	10	6,3	9	8,3	2,9	1,7
58	2208	43,9	0,3	0,28	16,2	368	479	10	6,3	8	8,3	2,8	1,7
59	2144	44,2	0,3	0,28	16,5	378	487	10	6,4	8	8,3	2,7	1,6
60	2080	44,5	0,3	0,28	16,8	388	495	10	6,5	8	8,3	2,3	1,6
81	1166	48,9	0,2	0,27	22,2	564	657	7	7,0	6	8,1	1,2	0,9
82	1132	49,1	0,2	0,27	22,4	571	663	7	7,0	6	8,1	1,2	0,9
83	1098	49,3	0,2	0,27	22,6	578	669	7	7,0	6	8,1	1,2	0,9
84	1064	49,5	0,2	0,27	22,8	585	675	7	7,0	6	8,0	1,2	0,9
85	1030	49,7	0,2	0,27	23,0	592	681	7	7,0	6	8,0	1,2	0,9
116	720	55,6	0,1	0,24	27,5	764	838	4	6,6	3	7,2	0,5	0,4
117	720	55,7	0,1	0,24	27,7	768	841	4	6,6	3	7,2	0,5	0,4
118	720	55,8	0,1	0,24	27,8	772	844	4	6,5	3	7,2	0,5	0,4
119	720	55,9	0,1	0,23	27,9	776	847	4	6,5	3	7,1	0,5	0,4
120	720	56,0	0,1	0,23	28,0	780	850	4	6,5	3	7,1	0,5	0,4

Jeder einzelne Streifen erhält dann eine Mittelkurve, die als Charakteristikum des ganzen Streifens gilt und die in die Ertragstafel aufzunehmende Masse darstellt.

Baur geht nun bei der Fichte in ganz gleicher Weise (bei der Buche etwas abgeändert) mit der Höhe vor und schließt dann: die entsprechenden Massen- und Höhenstreifen gehören zusammen, also Massenstreifen I zu Höhenstreifen I usw.

52. Die Kreisflächen sind ebenfalls durch Zeichnung gefunden, die Kurven aber irrtümlich bis zum Jahre 1 ausgezogen. Dadurch erklären sich die Querflächenangaben für Bestandshöhen, die noch nicht den Kluppunkt erreicht haben.

53. Wenn Masse, Höhe, Querfläche in dieser Weise festgemacht sind, so ist damit auch die Formzahl bestimmt. Baur hat unterlassen nun auch zu vergleichen, wie weit die indirekt bestimmten Formzahlen von den tatsächlichen etwa abweichen, und daher nicht erkannt, daß hier große Widersprüche vorhanden sind.

55. Kunze hat seine Tafeln in Masse und Höhe wie Baur entworfen, die Querflächen aber nicht angegeben.

56. Borggreve will die Erträge aller Klassen aus der Kurve der Maximalleistung entwickeln, da diese sich verhältnismäßig leicht finden läßt.

Die realen Ertragsklassen mit ihrer typischen Leistungsfähigkeit zeigen entsprechend niedrigere Kurven nnd zwar ist zu reduzieren die Maximalleistung

für die beste mit	$^{48}/_{60}$
für die folgende mit . . .	$^{39}/_{60}$
für die mittlere mit . . .	$^{30}/_{60}$
für die folgende mit . . .	$^{21}/_{60}$
für die geringste mit . . .	$^{12}/_{60}$.

57. Die Tafeln selbst sind indessen anders aufgestellt. Für die Kiefer ist z. B. Bonität I Medium der Tafeln von Weise genommen und die Masse reduziert

für Bonität I mit 0,750
" " II " 0,625
" " III " 0,500
" " IV " 0,375
" " V " 0,250.

58. Weise.		Borggreve. Kiefern-Ertragstafel (Derbholz).				
Jahr	Derbholz	I.	II.	III.	IV.	V.
25	102	77	64	51	38	25
30	155	116	97	78	58	39
35	214	161	134	107	80	53
40	271	203	169	136	102	68
45	315	236	197	158	118	79
50	354	266	221	177	133	88
55	388	291	243	194	146	97
60	421	316	263	211	158	105
65	450	338	281	225	169	112
70	475	356	297	238	178	119
75	498	374	311	249	187	124
80	519	389	324	260	195	130
85	538	404	336	269	202	134
90	556	417	348	278	209	139
95	572	429	358	286	215	143
100	587	440	367	294	220	147

Zweites Buch.

Der Zuwachs.

Allgemeines.

1. Wir unterscheiden:
   a) Massenzuwachs, hervorgerufen durch Zunahme in den Ausmaßen;
   b) Wertzuwachs, hervorgerufen durch den Umstand, daß älteres Holz in der Regel höher bezahlt wird, als jüngeres;
   c) Teuerungszuwachs, hervorgerufen dadurch, daß die Kaufkraft des Geldes sinkt und die Holzpreise daher mit der Zeit steigen.

2. Wir unterscheiden ferner:

Den laufenden Zuwachs und zwar	den von Jahr zu Jahr, das ist der laufend jährliche, den von Periode zu Periode, das ist der laufend periodische.
Den Durchschnittszuwachs und zwar bemessen nach	jeweiligem Alter, das ist Durchschnittszuwachs, Haubarkeitsalter, das ist Haubarkeitsdurchschnittszuwachs.

3. Endlich ist zu unterscheiden:

Zuwachs des Baumes,
" " Bestandes,
" " Waldes.

Erster Abschnitt: Massenzuwachs.

Der Zuwachs des Baumes

4. erfolgt durch Zunahme in der Höhe und Ablagerung des Jahrringes an dem bereits früher gebildeten Holze.

Diese Ablagerung ist je nach dem Schlusse, in dem der Baum zu seinen Nachbarn steht, verschieden und sie beeinflußt durch ihre Art die Form. Nun haben wir aber gesehen, daß die Formzahl bei größeren Baumhöhen eine fast konstante Größe ist und deshalb wird bei den meisten Zuwachsuntersuchungen der Praxis die Formzahländerung vernachlässigt. Man kann das um so eher, weil die Untersuchungen fast ausschließlich an älteren Bäumen angestellt werden.

Feststellung des Höhenzuwachses.

5. Am stehenden Holze kann eine Abzählung der Jahrtriebe möglich sein (Nadelholz) und man kann dadurch die gesuchte frühere Höhe am Baume feststellen, unter besonders günstigen Umständen auch mit einem Höhenmesser bestimmen. Man wird dabei aber immer nur grobe Näherungswerte erhalten.

Besser tut man, wenn man den Höhenzuwachs nach den Höhenangaben der Ertragstafeln einschätzt.

Eine dominierende Kiefer, die im 90. Jahre 22 m hat, ist z. B. danach um 1,3 m in den letzten 10 Jahren zugewachsen.

Am liegenden Holze kann genau gearbeitet werden. Man sucht den Punkt auf, wo der Baum gerade soviel Ringe zählt, wie man in die Zuwachsberechnung Jahre einschließen will. Die Länge von der Spitze des Baumes bis zu diesem Punkt ist zugewachsen.

Feststellung des Durchmesserzuwachses.

6. Der Durchmesserzuwachs wird nach den Holzringen beurteilt, der Zuwachs an Rinde als minimal vernachlässigt. Zu beachten ist aber, daß eine z. B. in 10 Jahren erwachsene Ringbreite von 2 cm, die also eine Durchmesservermehrung des Holzkörpers von 4 cm ausmacht, das außen am Baume genommene Kluppmaß um 4 cm erhöht.

Der Zuwachs erscheint also in der Rechnung so, als wenn er sich außen an der Rinde abgelagert hätte, mithin größer, als er tatsächlich ist.

7. Das Ergebnis des Durchmesserzuwachses wird je nach dem Höhenzuwachs für die weitere Berechnung benutzt.

Durchführung der Zuwachsberechnung.

8. Am liegenden Baume kann man den Zuwachs genau berechnen, indem man den Stamm in Sektionen zerlegt und für jede Sektion die zugewachsenen Ringbreiten eines bestimmten Zeitraumes von n Jahren mißt.

Man erhält dann durch Aufmaß des Stammes, wie er liegt, den gegenwärtigen Inhalt und durch Berücksichtigung der zugewachsenen Ringbreiten das Aufmaß des Stammes vor n Jahren. Danach wird der jetzige und frühere Inhalt berechnet. Die Differenz gibt den Zuwachs.

Beispiel. Jetziges Aufmaß einer Fichte.

	Länge m	Durchmesser mm	Masse
Unterstück	1,14	221	0,044
Sektion 1	2,00	190	0,057
" 2	2,00	176	0,049
" 3	2,00	173	0,047
" 4	2,00	158	0,039
" 5	2,00	140	0,031
" 6	2,00	124	0,024
" 7	2,00	98	0,015
" 8	2,00	65	0,007
" 9	2,00	28	0,001
Summa	19,14	(ohne Stockhöhe)	0,314

Zunahme in 8 Jahren: 3,15 m für Höhe; im Durchmesser beim Unterstück 38 mm; Sektion 1 = 29 mm, Sektion 2 = 30 mm, Sektion 3 = 30 mm, Sektion 4 = 34 mm, Sektion 5 = 41 mm, Sektion 6 = 48 mm, Sektion 7 = 56 mm, Sektion 8 = 52 mm.

Danach gestaltet sich das Aufmaß vor 8 Jahren:

	Länge m	Durchmesser mm	Masse
Unterstück	1,14	183	0,030
Sektion 1	2,00	161	0,041
„ 2	2,00	146	0,033
„ 3	2,00	143	0,032
„ 4	2,00	124	0,024
„ 5	2,00	99	0,015
„ 6	2,00	76	0,009
„ 7	2,00	42	0,003
„ 8	0,85	17	0,000
Summa	15,99		0,187

Zuwachs 0,314 — 0,187 = 0,127 fm.

9. Ein anderes Verfahren ist folgendes: Wir kubieren den Schaft aus Mittenquerfläche und Länge.

Bei Anwendung dieses Verfahrens für Zuwachsuntersuchungen wird der jetzige Inhalt des Schafts ohne weiteres gefunden, der frühere hingegen nur, wenn wir zunächst die frühere Länge feststellen.

Ist das geschehen, so wird am Stamm die zugehörige Mittenquerfläche aufgesucht, indem man die Hälfte der früheren Länge abmißt und dort den Zuwachs der Querfläche feststellt, danach die frühere Querfläche und endlich den früheren Schaftinhalt.

Die Differenz ist zugewachsen.

Beispiel. Jetziger Inhalt:

Länge = 19,14, Durchmesser bei halber Länge, das ist bei 9,57 m = 147 mm, Masse des Schaftes = 0,325.

Vor 8 Jahren:

Länge = 15,99, Durchmesser bei halber Länge also bei 8,00 m jetzt = 158 mm, Zuwachs dort 34 mm, also Durchmesser vor 8 Jahren = 124 mm, Masse = 0,193.

Zuwachs = 0,325 — 0,193 = 0,132.

10. Preßler hat diese Methode zu vereinfachen gesucht und zu diesem Zweck vorgeschlagen, beide Kubierungen nach der Länge des Schaftes vor n Jahren vorzunehmen und nach den Querflächen, die der Stamm in der halben Länge dieses Aufmaßes zeigt.

Die Verminderung der Schaftlänge um den njährigen Höhenzuwachs nennt Preßler die zuwachsrechte Entwipfelung.

Diese Entwipfelung bewirkt, daß wir den jetzigen Inhalt des Schaftes zwar nach zu kleiner Länge, aber mit etwas stärkerer Querfläche berechnen. Die Fehler werden sich also bis zum gewissen Grade aufheben.

Der frühere Inhalt wird nach richtiger Länge und richtiger Mittenquerfläche gefunden.

Beispiel: Die zuwachsrechte Entwipfelung beläßt der Fichte eine Länge von 15,99 = rot 16 m.

Die zugehörige Querfläche in halber Höhe (8 m) ist jetzt 158 mm.

Vor 8 Jahren 124 mm.

Masse jetzt	0,314
vor 8 Jahren . . .	0,193
Zuwachs.	0,121

11. Das Verfahren, den Inhalt des Schaftes aus Mittenquerfläche und Länge zu finden, ist ja allerdings fehlerhaft, indessen wird der Zuwachs trotzdem nahezu richtig aus der Rechnung hervorgehen, weil der Fehler beider Kubierungen sich annähernd gleich bleibt und nach derselben Richtung geht.

12. Am stehenden Baum kann man nur die Ringbreiten in bequem erreichbarer Höhe untersuchen. Man stellt daher diese Messungen an in Brusthöhe (1,3 m vom Boden). Sind dort Unregelmäßigkeiten vorhanden, so wird etwas darunter oder darüber eine geeignetere Stelle gesucht. Mit Hilfe des Preßlerschen Zuwachsbohrers wird dem Stamm an zwei entgegengesetzten Punkten je ein Spahn entnommen und auf beiden die Messung der erforderlichen Zahl von Jahrringen durchgeführt.

13. Für die weitere Behandlung gelten folgende Erwägungen:

Fehlt der Höhenzuwachs, so kann die Formzahl von vornherein als gleichbleibend angenommen werden. Die jetzige und frühere Masse wird nach der allgemeinen Formel berechnet. Die Differenz bildet den Zuwachs. Es ist also

$$g_1 h f - g_2 h f = z$$
$$= h f (g_1 - g_2).$$

Bei stillstehendem Höhenzuwachs verhalten sich demnach die Massen bei Beginn und Schluß der Zuwachsperiode wie die zugehörigen Querflächen oder wie die Quadrate der Durchmesser. Denn es ist

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{g_1 \, h \, f}{g_2 \, h \, f} = \frac{d_1^2}{d_2^2}.$$

14. Ist ein Höhenzuwachs vorhanden, so werden bei genauer Rechnung die zu den Höhen gehörigen Formzahlen eingesetzt. Es ist dann

$$g_1 \, h_1 \, f_1 - g_2 \, h_2 \, f_2 = z.$$

15. Nun kann man, wie eingangs hervorgehoben, die Formzahländerung als sehr klein vernachlässigen. Geschieht das, so wird

$$z = (g_1 \, h_1 - g_2 \, h_2) \, f_1.$$

Stellt sich unter dieser Voraussetzung der Höhenzuwachs so, daß er proportional dem Durchmesserzuwachs ist, so entstehen Kegel, die sich einander ähnlich sind. Für solche gilt aber der Satz, daß sich ihr Inhalt verhält wie die Kuben der Durchmesser von den zugehörigen Grundflächen.

16. Zutreffend ist dieser Satz übrigens auch nur, wenn das Unterstück vernachlässigt wird. Zieht man dieses hinein, wie es bei unechten und echten Formzahlen geschieht, so werden die Näherungswerte weniger zutreffend.

17. Wir nehmen nun an, daß der Höhenzuwachs, welcher proportional dem Durchmesserzuwachs ist, i. a. als Maximalleistung anzusehen ist. Er wird deshalb der volle Höhenzuwachs genannt. Wir würden also erhalten als untere Grenze des Massenzuwachses den Satz:

Die durch Zuwachs erhaltenen Körper verhalten sich in ihren Massen wie die Quadrate der Durchmesser von den zugehörigen Querflächen.

Und als obere Grenze gilt der Satz:

Die durch Zuwachs erhaltenen Körper verhalten sich in ihren Massen wie die Kuben der Durchmesser von den zugehörigen Querflächen.

18. In der Periode des höchsten Höhenzuwachses geht dieser unter Umständen über den sogenannten vollen Höhenzuwachs hinaus,

und wir werden auch diesem Umstande Rechnung tragen müssen bei den späteren Erwägungen.

Für die Kiefer ist das Verhältnis von $\frac{h}{d}$ bereits 1880 untersucht (vgl. Weise, Ertragstafeln für die Kiefer S. 111). Die Höhe wächst danach relativ nicht im gleichen Maße zu wie der Durchmesser, sondern weniger. Nur eine geringfügige Ausnahme tritt auf. Für die Fichte sind die Ausnahmen häufiger.

Übertragung des gefundenen Zuwachses auf die Zukunft.

19. In der Praxis hat der Zuwachs der Vergangenheit, wie wir ihn bis jetzt festgestellt haben, weniger Wert als der der Zukunft.

Die Untersuchung des früheren Zuwachses soll uns ein Mittel an die Hand geben, von diesem in begründeter Weise auf den Zuwachs der nächsten Zukunft zu schließen. Dieser Schluß kann nun in verschiedener Weise gezogen werden, nämlich:

20. Der Massenzuwachs der Vergangenheit ist auch für den der Zukunft maßgebend. Da dieser Zuwachs sich um einen größeren Körper anlegt, als es bei dem früheren der Fall war, so wird dieselbe Masse nur eine dünnere Schicht des Zuwachses geben als früher. Wir kommen also zu der Annahme, daß der Durchmesserzuwachs für die Zukunft geringer wird. Das kann bei den obwaltenden tatsächen Verhältnissen völlig unzutreffend erscheinen.

21. Es muß vielmehr die Ringbreite der letzten Zeit als maßgebend auch für die Zukunft erachtet werden. Dann würde der Massenzuwachs steigen, weil ein größerer Körper als der frühere mit der gleich starken Schicht von Holz überkleidet wird.

22. Entspricht eine so große Zuwachssteigerung nicht dem sachverständigen Urteil, so bietet sich ein Mittelweg darin, daß die Ringbreite zwar der Vergangenheit gleich sein soll, daß man sich aber eine Baumstärke künstlich — aus dem Mittel der jetzigen und früheren Massen oder aus dem Mittel des jetzigen und früheren Durchmessers — herleitet und annimmt, daß ein solcher Baum mit der Schichtstärke des bisher zugewachsenen Holzes überkleidet werde.

23. Zu diesem an sich wunderlichen Auswege hat man denn auch tatsächlich gegriffen.

Das Zuwachsprozent.

24. Für die Berechnung der Zuwachsprozente ist unterzulegen, wie bei Betrachtung des absoluten Zuwachses hervorgehoben:

Die Anfangsmasse m_a, die Endmasse m_e oder ein Zwischenwert $\frac{1}{2}(m_e + m_a)$.

Danach haben wir folgende Werte, aus denen wir das Prozent P der Zuwachsperiode von n Jahren finden:

$$\frac{P}{100} = \frac{m_e - m_a}{m_a}$$

$$\frac{P}{100} = \frac{m_e - m_a}{m_e}$$

$$\frac{P}{200} = \frac{m_e - m_a}{m_e + m_a}.$$

Das jährliche Prozent (p) berechnet man daraus nach dem Gesetz der einfachen Zinsen durch Division mit der Zahl der Jahre n*).

Es ist also

$$p = \frac{m_e - m_a}{m_a} \cdot \frac{100}{n}$$

$$p = \frac{m_e - m_a}{m_e} \cdot \frac{100}{n}$$

$$p = \frac{m_e - m_a}{m_e + m_a} \cdot \frac{200}{n}.$$

25. Beispiel.

Die aufgemessene Fichte (vergl. Nr. 8)

hat jetzt	0,314
vor 8 Jahren . . .	0,187
Zuwachs	0,127

*) Zu beachten ist, daß man, wenn man aus Masse und den hergeleiteten p den absoluten jährlichen Zuwachs berechnet hat, diesen nicht jährlich zum Kapital schlagen darf, um so den Gang des Massenzuwachses von Jahr zu Jahr zu berechnen.

Das gibt den Gang des Zuwachses nach Zinseszinsen.

Zuwachsprozent bezogen auf Anfangsmasse

$$= \frac{0{,}127}{0{,}187} \cdot 100 = 67{,}9, \text{ jährlich } 8{,}5.$$

Zuwachsprozent auf Endmasse

$$= \frac{0{,}127}{0{,}314} \cdot 100 = 40{,}4, \text{ jährlich } 5{,}05.$$

Zuwachsprozent auf mittlere Masse

$$= \frac{0{,}127}{0{,}501} \cdot 200 = 50{,}7, \text{ jährlich } 6{,}3.$$

Besondere Methoden der Herleitung des Zuwachsprozentes

26. bei stillstehendem Höhenzuwachs.

Wir haben gesehen, daß die Baumschäfte jetzt und vor n Jahrn sich verhalten wie ihre Querflächen oder die Quadrate der Durchmesser.

Die Differenz der Quadrate der Durchmesser kann als Zuwachs eingesetzt werden. Ist also d der gegenwärtige Durchmesser und d — 2i der des vorigen Jahres, i also die radiale Breite des Jahrringes, so ist

$$\frac{d^2 - (d - 2i)^2}{d^2} = \frac{p}{100}$$

$$\frac{d^2 - d^2 + 4di - 4i^2}{d^2} = \frac{p}{100}.$$

Streicht man $4i^2$ als eine sehr kleine Größe, so ist

$$\frac{4i}{d} = \frac{p}{100}.$$

Gehen nun auf einen Außenzentimeter, d. i. der an der Peripherie des Holzkörpers gelegene Zentimeter, n Ringe, so ist $ni = 1$ und wir erhalten

$$\frac{4 \cdot 1}{nd} = \frac{p}{100} \text{ oder } p = \frac{400}{nd}.$$

Das ist die Schneidersche Formel und die von Schneider gegebene Herleitung.

27. Bei vollem Höhenzuwachs.

Die Baumschäfte verhalten sich dann wie die Kuben der zugehörigen Durchmesser.

Ist also d^3 die Verhältniszahl des jetzigen Schaftinhalts, i die radiale Breite des letztes Jahrringes, so ist der Inhalt vor einem Jahre $(d - 2i)^3$, der Zuwachs $d^3 - (d - 2i)^3$.

Wir erhalten

$$\frac{d^3 - (d - 2i)^3}{d^3} = \frac{p}{100},$$

daher $$\frac{d^3 - d^3 + 6d^2i - 12di^2 + 8i^3}{d^3} = \frac{p}{100}.$$

Streicht man auch hier die Größen, in denen i in Potenzen vorkommt, so wird

$$\frac{6d^2i}{d^3} = \frac{p}{100}$$

$$\frac{6i}{d} = \frac{p}{100}.$$

Gehen n Jahrringe auf einen Außenzentimeter, so daß $ni = 1$ ist, so wird

$$\frac{6 \cdot 1}{nd} = \frac{p}{100}, \quad p = \frac{600}{nd}.$$

Diese Formel gab bereits Stahl im Anschluß an die Herleitung nach Schneider.

28. Liegt der Höhenzuwachs zwischen den beiden festgestellten Größen, so erhält man ein verwendbares Prozent, indem man den Zähler entsprechend ändert. Man würde so erhalten bei

$^1/_4$ des vollen Höhenwuchses $p = \frac{450}{nd}$

$^1/_2$ „ „ „ $p = \frac{500}{nd}$

$^3/_4$ „ „ „ $p = \frac{550}{nd}$.

29. Auf diese Formeln lassen sich die Angaben von König zurückführen (Forsttafeln, Gotha 1842, auch als Anhang zur Forstmathematik gegeben).

Für den praktischen Gebrauch machte König seine Tafeln noch bequemer dadurch, daß er berechnete und angab, wie sich das jährliche p stellt, wenn auf den Außenzentimeter (Zoll) 1. 2. 3. usw. Ringe gingen.

30. Daß man die Formel nun noch weiter ändern kann, wenn der Höhenzuwachs den sogenannten vollen übersteigt, ist ohne weiteres klar.

Die Notwendigkeit wird indessen nur für einige Holzarten und auch bei diesen nur für junge Bestände eintreten, also für Zwecke der Einrichtungs- und Abschätzungspraxis selten vorliegen.

31. Die Schneidersche Formel hat den Nachteil, daß man die Zuwachsberechnung anschließen muß an die zufällig auf einen Außenzentimeter fallenden Ringe. Außerdem fällt die Abgrenzung des Außenzentimeters meist nicht mit der Jahrringabgrenzung zusammen, sondern in die Ringfläche hinein.

Sehr häufig wollen wir aber wissen, wie gerade für eine bestimmte Zahl von Jahren die Zuwachsgrößen sind. Man denke an die Wirkung einer Durchforstung, Lichtung und dergl., wo wir doch je nach Einlegung dieser Wirtschaftsmaßregel trennen wollen und müssen.

32. Ein hierfür geeignetes Verfahren hat uns Preßler gegeben. Es ist nachstehend geschildert, aber mit der Änderung, daß die Zuwachsuntersuchung den Baum mit Rinde einsetzt, nicht, wie Preßler will, ohne Rinde.

33. Dem Verfahren liegt die Annahme zugrunde, daß der Zuwachs so bemessen wird, wie er sich an der Masse $\frac{m_e + m_a}{2}$ bilden würde. Dabei wird aber dieser Zuwachs verschieden bezogen, nämlich auf die Anfangsmasse, um daraus das Prozent für die Vergangenheit (Prozent rückwärts) zu berechnen, und auf die Endmasse, woraus sich das Prozent für die Zukunft (Prozent vorwärts) herleitet.

Das Prozent rückwärts ist also größer als das Prozent vorwärts.

34. Preßler hat die Zuwachsprozente tafelmäßig berechnet. Die Anwendung der Tafeln ist folgende:

Man ermittle den jetzigen Durchmesser D und stelle mit dem Bohrer den Durchmesserzuwachs Dz fest, dann ist $\frac{D}{Dz}$ der relative Durchmesser (r).

Diese Größe gibt das Charakteristikum für die berechneten Sätze. Wir finden in den Tafeln die zugehörigen Prozente für 5 Zuwachsstufen I—V.

Diese Stufen werden nach Maßgabe des Höhenzuwachses angewendet. Es hat nämlich I keinen Höhenzuwachs, V den vollen. Danach wird bei $\frac{1}{4}$ Höhenzuwachs II, bei $\frac{1}{2}$ III, bei $\frac{3}{4}$ IV angewendet.

Den vollen Höhenzuwachs findet man, indem man in die jetzige Baumhöhe mit dem relativen Durchmesser dividiert.

Die Höhenstufe bestimmt man dann nach dem tatsächlichen Höhenzuwachs.

35. Beispiele.

Die Fichte hat jetzt 19,14 m Höhe und 19,7 cm Durchmesser.
Zugewachsen sind 3,15 m „ „ 30 mm „

Der relative Durchmesser ist 6,6 cm.

Der volle Höhenzuwachs $\frac{19,14}{6,6} = 2,9$.

Mithin hat die Fichte etwas mehr als den vollen Höhenzuwachs und es würde die Stufe V anzuwenden sein. Das Prozent rückwärts ist 54, vorwärts 46 oder jährlich 6,8 bezw. 5,8.

Eine Kiefer mit 50 cm Durchmesser und 2 cm Durchmesserzunahme hat den relativen Durchmesser 25.

Ist die Höhe 30 m, so ist der volle Höhenzuwachs $\frac{30}{25} = 1,2$.

Ist die Kiefer tatsächlich 0,3 zugewachsen, so gilt Stufe II.

Prozent rückwärts 9,5, vorwärts 9,1.

Umfaßt die Zuwachsrechnung 10 Jahre, so ist das jährliche Prozent rückwärts 0,95, vorwärts 0,91.

Eine solche Kiefer hat nach der hier zutreffenden Formel $\frac{450}{nd}$ ein p von 0,9 (n = 10, d = 50).

Bruchstück aus Preßlers Tafel 23 zur Bemessung des ersten od. Quantitäts-Zuwachsprozents ‚a' der Bäume durch Bohrung in der zuwachsrechten Mitte oder in Brusthöhe bei Zuwachsstufe I (kein Höhenzuwachs).

Jetziger relativ. Durchmesser	n-jähriges Zuwachs % rückw.	n-jähriges Zuwachs % vorw.	Jetziger relativ. Durchmesser	n-jähriges Zuwachs % rückw.	n-jähriges Zuwachs % vorw.	Jetziger relativ. Durchmesser	n-jähriges Zuwachs % rückw.	n-jähriges Zuwachs % vorw.	Jetziger relativ. Durchmesser	n-jähriges Zuwachs % rückw.	n-jähriges Zuwachs % vorw.
2,0	120	76,9	**5**,3	41,2	34,2	**8**,6	24,7	21,9	**11**,9	17,4	16,1
1	114	74,2	4	40,4	33,6	7	24,4	21,7	**12**,0	17,3	16,0
2	108	71,6	**5**,5	39,6	33,1	8	24,1	21,4	1	17,1	15,8
3	103	69,2	6	38,8	32,6	9	23,8	21,2	2	17,0	15,7
4	98,4	67,0	7	38,1	32,1	**9**,0	23,5	21,0	3	16,8	15,6
2,5	94,1	64,9	8	37,4	31,6	1	23,2	20,8	4	16,7	15,5
6	90,1	62,9	9	36,7	31,1	2	22,9	20,5	**12**,5	16,6	15,4
7	86,4	61,0	**6**,0	36,1	30,6	3	22,7	20,3	6	16,5	15,2
8	83,0	59,2	1	35,4	30,1	4	22,4	20,2	7	16,3	15,1
9	79,8	57,6	2	34,8	29,7	**9**,5	22,2	20,0	8	16,2	15,0
3,0	76,9	56,0	3	34,2	29,2	6	21,9	19,8	9	16,1	14,9
1	74,2	54,5	4	33,7	28,8	7	21,7	19 6	**13**,0	16,0	14,8
2	71,6	53,1	**6**,5	33,2	28,4	8	21,4	19,4	1	15,9	14,7
3	69,2	51,7	6	32,7	28,0	9	21,2	19,2	2	15,7	14,6
4	66,9	50,5	7	32,2	27,6	**10**,0	21,0	19,0	3	15,6	14,5
3,5	64,8	49,2	8	31,7	27,2	1	20,8	18,8	4	15,5	14,4
6	62,9	48,1	9	31,1	26,9	2	20,6	18,7	**13**,5	15,3	14,3
7	61,1	47,0	**7**,0	30,6	26,5	3	20,4	18,5	6	15,2	14,2
8	59,3	46,0	1	30,2	26,2	4	20,2	18,3	7	15,1	14,1
9	57,6	44,9	2	29,7	25,9	**10**,5	20,0	18,1	8	15,0	14,0
4,0	56,0	43,9	3	29,3	25,5	6	19,8	18,0	9	14,9	13,9
1	54,5	43,0	4	28,8	25,2	7	19 6	17,8	**14**,0	14,8	13,7
2	53,1	42,1	**7**,5	28,4	24,9	8	19,4	17,7	2	14,6	13,5
3	51,8	41,2	6	28 0	24,6	9	19,2	17,5	4	14,4	13,3
4	50,5	40,4	7	27,7	24,3	**11**,0	19,0	17,4	6	14,2	13,2
4,5	49,3	39,6	8	27,3	24,0	1	18,9	17,2	8	14,0	13,1
6	48,1	38,8	9	26,9	23,7	2	18,7	17,1	**15**,0	13,8	12,9
7	47,0	38,1	**8**,0	26,6	23,4	3	18,5	16,9	2	13,6	12,7
8	45,9	37,4	1	26,3	23,2	4	18,3	16,8	4	13,4	12,6
9	44,9	36,7	2	26,0	22,9	**11**,5	18,2	16,6	6	13,3	12,4
5,0	43,9	36,1	3	25,6	22,7	6	18,0	16,5	8	13,1	12,3
1	43,0	35,5	4	25,3	22,4	7	17,8	16,4	**16**,0	12,9	12,1
2	42,1	34,8	**8**,5	25,0	22,2	8	17,6	16.2			

Beispiel. Mittlerer Durchmesser der Brusthöhen-Grundfläche = 24•; aus dessen beiden Enden 10 Jahre gebohrt: zusammen = 5•; und allem Anschein nach im nächsten Jahrzehnt ebenso. Also relativer Durchmesser für rück- wie vorwärts = 24 : 5 = 4,8, also Grundflächenzuwachs im verwichenen Jahrzehnt 45,9 : 10 = 4,6%, im nächsten 37,4 : 10 = 3,7%.

Bruchstück aus Preßlers Tafel 24 zur Schätzung des ersten od. Quantitäts-Zuwachsprozents ‚a‘

der Holzmasse am Stehenden; nach Größe und Gang des in Brusthöhe erforschten Grundstärkenzuwachses. (Die seltene Minimalstufe I, für Null-Höhenzuwachs, ist durch vorhergehende Tafel repräsentiert.)

Jetziger relativ. Durchmesser	n-jähriges (Massen-) Zuwachsprozent rückwärts II.	III.	IV.	V.	vorwärts II.	III.	IV.	V.
2,0	132	144	156	168	88	98	109	119
1	126	138	150	162	85	95	105	115
2	120	132	144	156	82	92	102	112
3	115	127	139	151	79	89	99	109
4	110	122	134	146	77	86	96	106
2,5	106	117	129	141	74	84	93	103
6	101	113	124	136	72	81	91	100
7	98	109	120	131	70	79	88	97
8	94	105	116	127	68	77	86	95
9	91	101	112	122	66	75	84	93
3,0	88	98	109	119	64	73	81	90
1	85	95	105	115	63	71	79	88
2	82	92	102	112	61	69	77	86
3	79	89	99	109	60	68	76	84
4	77	86	96	106	58	66	74	82
3,5	74	84	93	103	57	64	72	80
6	72	81	91	100	56	63	70	78
7	70	79	88	97	54	62	69	76
8	68	77	86	95	53	60	67	74
9	66	75	84	93	52	59	66	73
4,0	64	73	81	90	51	58	65	72
1	63	71	79	88	50	57	63	70
2	61	69	77	86	49	55	62	68
3	60	68	76	84	48	54	61	67
4	58	66	74	82	47	53	60	66
4,5	57	65	72	80	46	52	58	64
6	56	63	70	78	45	51	57	63
7	54	62	69	76	44	50	56	62
8	53	60	67	74	43	49	55	61
9	52	59	66	73	43	48	54	60
5,0	51	58	65	72	42	48	53	59
1	50	56	63	70	41	47	53	59
2	49	55	62	69	40	46	52	58

Jetziger relativ. Durchmesser	n-jähriges (Massen-) Zuwachsprozent rückwärts II.	III.	IV.	V.	vorwärts II.	III.	IV.	V.
3	48	54	61	68	40	45	51	57
4	47	53	60	67	39	45	50	56
5,5	46	52	59	66	38	44	49	55
6	45	51	57	64	38	43	48	54
7	44	50	56	62	37	42	48	53
8	43	49	55	61	37	42	47	52
9	43	49	54	60	36	41	46	51
6,0	42	48	53	59	36	41	45	50
1	41	47	53	58	35	40	45	49
2	40	46	52	58	35	39	44	49
3	40	45	51	57	34	39	44	48
4	39	45	50	56	34	38	43	48
6,5	39	44	49	55	33	38	42	47
6	38	43	48	54	33	37	42	46
7	37	42	48	53	32	37	41	46
8	37	42	47	52	32	36	41	45
9	36	41	46	51	31	36	40	45
7,0	36	40	45	50	31	35	40	44
1	35	40	45	49	31	35	39	44
2	35	39	44	48	30	34	39	43
3	34	39	44	48	30	34	38	42
4	34	38	43	47	29	33	38	42
7,5	33	38	42	47	29	33	37	41
6	33	37	42	46	29	33	37	41
7	32	37	41	46	28	32	36	40
8	32	36	41	45	28	32	36	40
9	31	36	40	45	28	32	35	39
8,0	31	35	40	44	27	31	35	39
1	31	35	39	44	27	31	35	39
2	30	34	39	43	27	30	34	38
3	30	34	38	43	26	30	34	38
4	29	34	38	42	26	30	33	37
8,5	29	33	37	42	26	30	33	37

Jetziger relativ. Durchmesser	n-jähriges (Massen-) Zuwachsprozent rückwärts II.	III.	IV.	V.	vorwärts II.	III.	IV.	V.	Jetziger relativ. Durchmesser	n-jähriges (Massen-) Zuwachsprozent rückwärts II.	III.	IV.	V.	vorwärts II.	III.	IV.	V.
8,5	29	33	37	42	26	30	33	37	6	21	24	27	30	19	22	25	28
6	29	33	37	41	26	29	33	37	8	21	23	26	29	19	22	24	27
7	28	32	36	40	25	29	32	36	**12**,0	20	23	26	29	19	21	24	27
8	28	32	36	40	25	29	32	36	2	20	23	26	28	18	21	24	26
9	28	32	35	39	25	28	32	36	4	20	22	25	27	18	21	23	26
9,0	27	31	35	39	24	28	31	35	6	19	22	25	27	18	20	23	26
1	27	31	35	39	24	28	31	35	8	19	22	24	27	18	20	23	25
2	27	31	34	38	24	27	31	34	**13**,0	19	21	24	26	17	20	22	25
3	26	30	34	38	24	27	30	33	2	18	21	24	26	17	19	22	24
4	26	30	34	37	24	27	30	33	4	18	21	23	26	17	19	22	24
9,5	26	29	33	37	23	27	30	33	6	18	20	23	25	17	19	21	23
6	26	29	33	36	23	26	30	32	8	18	20	23	25	16	19	21	23
7	25	29	32	36	23	26	29	32	**14**,0	17	20	22	25	16	18	21	23
8	25	29	32	36	23	26	29	32	2	17	19	22	24	16	18	20	22
9	25	28	32	35	22	26	29	32	4	17	19	22	24	16	18	20	22
10,0	25	28	31	35	22	25	28	31	6	17	19	21	24	15	18	20	22
2	24	27	31	34	22	25	28	31	8	16	19	21	23	15	17	20	22
4	24	27	30	34	21	24	27	30	**15**,0	16	18	21	23	15	17	19	21
6	23	26	30	33	21	24	27	30	2	16	18	20	23	15	17	19	21
8	23	26	29	32	21	24	26	29	4	16	18	20	22	15	17	19	21
11,0	22	25	28	31	21	23	26	29	6	16	18	20	22	15	17	19	20
2	22	25	28	31	20	23	26	28	8	15	17	20	22	14	16	18	20
4	21	24	27	30	20	22	25	28	**16**,0	15	17	19	21	14	16	18	20

36. Die Prozente sind höher als bei König und Stahl, weil Preßler auch den Formzahlzuwachs treffen wollte, auch gibt er nicht die vorstehenden einfachen und klaren Bestimmungen, sondern will auch den Kronenansatz berücksichtigt wissen. Preßler hat mit diesen Dingen seiner Sache und dem guten Gedanken geschadet, der in der Benutzung des relativen Durchmessers lag.

37. Schon Burckhardt ist deshalb in seinen Hilfstafeln für Forsttaxatoren 1873 zur Einfachheit zurückgekehrt und ordnet die Zuwachstafeln lediglich nach dem Höhenwuchs. Auch den Formzuwachs läßt er fallen.

Zieht man die Prozente rückwärts und vorwärts zusammen, so ergiebt sich für Burckhardts Prozent die Formel:

(I) $\frac{400}{nd}$ (II) $\frac{450}{nd}$ (III) $\frac{500}{nd}$ (IV) $\frac{550}{nd}$ (V) $\frac{600}{nd}$

also Übereinstimmung mit König.

Preßlers Zahlen zeigen dagegen meist:

(I) $\frac{400}{nd}$ (II) $\frac{467}{nd}$ (III) $\frac{533}{nd}$ (IV) $\frac{600}{nd}$ (V) $\frac{667}{nd}$.

Bruchstück aus Burckhardts Holzzuwachstafeln nach Jahrringen.

Jetziger relativer Durchmesser	n-jähriges Massen-Zuwachsprozent									
	rückwärts					vorwärts				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
4,5	49,2	54,9	60,6	66,3	72,0	39,6	44,3	49,0	53,7	58,4
6	48,1	53,7	59,3	64,8	70,4	38,8	43,5	48,1	52,8	57,4
7	47,0	52,5	57,9	63,4	68,8	38,1	42,7	47,2	51,8	56,3
8	45,9	51,3	56,6	62,0	67,3	37,4	41,9	46,4	50,8	55,3
9	44,9	50,2	55,4	60,7	65,9	36,7	41,1	45,5	49,9	54,3
5,0	43,9	49,1	54,3	59,4	64,6	36,1	40,4	44,8	49,1	53,4
1	43,0	48,1	53,1	58,2	63,2	35,4	39,7	44,0	48,2	52,5
2	42,1	47,1	52,1	57,0	62,0	34,8	39,0	43,2	47,4	51,6
3	41,2	46,1	51,0	55,8	60,7	34,2	38,3	42,5	46,6	50,7
4	40,4	45,2	50,0	54,8	59,6	33,7	37,8	41,8	45,9	49,9
5,5	39,6	44,3	49,0	53,7	58,4	33,1	37,1	41,1	45,1	49,1
6	38,8	43,5	48,1	52,8	57,4	32,6	36,5	40,5	44,4	48,3
7	38,1	42,7	47,2	51,8	56,3	32,0	35,9	39,8	43,7	47,6
8	37,4	41,9	46,4	50,8	55,3	31,5	35,3	39,2	43,0	46,8
9	36,7	41,1	45,5	49,9	54,3	31,1	34,9	38,6	42,4	46,1
6,0	36,1	40,4	44,8	49,1	53,4	30,6	34,3	38,0	41,7	45,4
1	35,4	39,7	44,0	48,2	52,5	30,1	33,8	37,5	41,1	44,8
2	34,8	39,0	43,2	47,4	51,6	29,7	33,3	36,9	40,5	44,1
3	34,2	38,3	42,5	46,6	50,7	29,3	32,9	36,4	40,0	43,5
4	33,7	37,8	41,8	45,9	49,9	28,8	32,3	35,9	39,4	42,9
6,5	33,1	37,1	41,1	45,1	49,1	28,4	31,9	35,4	38,8	42,3
6	32,6	36,5	40,5	44,4	48,3	28,0	31,4	34,9	38,3	41,7

Beispiel zu 37.

Nach Burckhardt ist das Zuwachsprozent für die Fichte (vgl. S. 96) bei relativem Durchmesser 6,6 cm,

rückwärts 48,3, auf ein Jahr 6,04,
vorwärts 41,7, „ „ „ 5,21.

Die Kiefer würde haben rückwärts 9,2, vorwärts 8,8, jährlich 0,92 und 0,88, im Mittel 0,9, in Übereinstimmung mit der Rechnung nach Formel $\frac{450}{\text{nd}}$ (n = 10, d = 50).

Ergebnisse der Zuwachsuntersuchungen.

38. Der Gang des Zuwachses am Baume. Der Zuwachs ist in der ersten Jugend gering, er steigert sich aber von Jahr zu Jahr.

Die Steigerung hält, je nachdem die Stämme sich zu herrschenden ausbilden und solange sie herrschende sind, an bis zu hohem Alter.

Alte Stämme vom Mittelstamm abwärts haben ihre Kulmination hinter sich, die Stämme nächst dem Mittelstamm befinden sich in oder nahe der Kulmination und nur die noch stärkeren Stämme haben steigenden laufenden Zuwachs.

Der höchste Zuwachs an den Bäumen eines Bestandes tritt also in sehr verschiedenen Lebensaltern ein.

39. Berechnet man den Durchschnittszuwachs des einzelnen Baumes, so beginnt auch dieser mit kleiner Größe. Er wächst, solange jährlich höhere Beträge als er selbst durch den laufenden Zuwachs hinzugefügt werden.

Wächst er soweit, daß er dem laufend jährlichen sich nähert, so wird dieser den Durchschnitt immer weniger beeinflussen, ja ihn unverändert lassen, wenn der laufende gleich dem Durchschnittszuwachs ist.

Nimmt von diesem Zeitpunkte der laufende Zuwachs, wie es tatsächlich der Fall ist, weiter ab, so kommen wir zu dem Satze:

Die Kulmination des Durchschnittszuwachses am Baume tritt mit dem Zeitpunkt ein, wo er dem laufenden gleich wird.

40. Auch die Kulmination des Durchschnittszuwachses tritt an den einzelnen Bäumen eines Bestandes in sehr verschiedenen Lebensaltern ein.

41. Der Baum stellt sich dar als eine Anhäufung der Zuwachsgrößen der einzelnen Jahre. An der weiteren Produktion arbeitet stets nur die Zuwachsgröße des letzten Jahres, indem sie Trägerin der werbenden Kambial- und Bastschicht ist.

42. Wir haben also hier Verhältnisse vor uns, die absolut nicht mit denen des Geldes vergleichbar sind. Ein Geldkapital arbeitet mit jedem kleinsten Teil seines Betrages, der Baum nicht.

Sein Zuwachs ist auch nicht Zins im Sinne eines Geldkapitals, sondern lediglich eine weitere Anhäufung der bereits aufgespeicherten Zuwachsgrößen. Niemals ist der Zuwachs als solcher erntefähig, wie der fällige Zins des Geldkapitals.

Er wird nur erntefähig, indem man ganze Bäume nimmt, also Kapital.

43. Auch die Anhäufung der Zuwachsgrößen selbst ist mit dem Zinseingang des Geldes nicht vergleichbar.

Beim Gelde gilt ein fester Zusammenhang von Kapital und Zins, so hoch wie das Kapital, so hoch relativ bei vereinbartem Prozent der Zins.

Beim Baume ist der Zuwachs nur in gewissem Sinne und unter bestimmten Voraussetzungen vom bisher gesammelten Holzkapital abhängig. Trotzdem haben wir wie beim Gelde eine Zuwachsaufrechnung in Prozenten eingeführt, weil diese gegenüber den absoluten Zahlen ein leichtes Rechnungsverfahren gestattet.

44. Man denke sich, daß man einen Stamm von 50 cm Durchmesser untersucht hat und dessen Zuwachs in absoluter Größe kennt, dann ist die Übertragbarkeit dieser Zahl auf andere Bäume nur möglich für Stämme gleichen Ausmaßes. Wir nehmen daher zur bequemeren Rechnung an, daß auch etwas geringere und stärkere Stämme relativ denselben Zuwachs haben und daß die aus dem einen Stamm hergeleitete relative Zunahme ohne erheblichen Fehler auf andere übertragbar ist.

Solche Erwägung hat zur Einführung der Zuwachsprozente geführt.

45. Indem man sich aber daran gewöhnte, dieses Prozent als Verzinsungsprozent aufzufassen, öffnete man das Tor für weitere Vergleiche und Gleichstellungen des Holzzuwachses mit den Zinsen des Geldes. Das führt sehr leicht zu Trugschlüssen.

Die Ungleichmäßigkeit der Arbeit des Baumes und der Bäume tritt bei Verwendung der Relativzahlen sehr scharf hervor, wie aus folgendem hervorgeht:

An ein und demselben Baume nimmt das Prozent von unten nach oben bis zum Kronenansatz zu.

In gleichen Höhen vom Boden fallen bei gleichwertigen Gliedern des Bestandes, also vorherrschenden, herrschenden, Mittelstämmen usw. die Prozente mit dem Durchmesser. Bei Bäumen gleichen Inhalts fallen sie mit dem Alter.

46. Aus allem ergibt sich endlich, daß das Zuwachsprozent, wie wir es herleiten am stehenden Baume, stets nur ein grober Näherungswert ist und daß gerade auf diesem Gebiete je nach Behandlung der Untersuchung Meinungsverschiedenheiten hervortreten.

Der Zuwachs des Bestandes.

Die Ergebnisse der Ertragstafeln.

47. Soviel auch in Einzelheiten an den Ertragstafeln noch gearbeitet werden mag, in den Hauptzügen ist die Arbeit abgeschlossen und wir können mit den betr. Ergebnissen als mit sicheren Größen rechnen.

Der Gang der Entwicklung am bleibenden Bestande ist danach so, daß die Differenzen zwischen zwei aufeinander folgenden Gliedern einer Tafel, also der laufende Zuwachs, anfangs klein sind, dann rasch steigen, früh eine Kulmination zeigen und dann fallen.

Die Durchschnittsgröße $\frac{m}{a} = \frac{\text{Masse}}{\text{Alter}}$ steigt langsamer als die vorige Größe, kulminiert später und fällt hinterher verhältnismäßig langsamer.

Beispiel.

Kiefer, Bonität II. Medium.

Jahr	Masse	laufender Zuwachs periodisch	jährlich	Durchschnitts-Zuwachs
25	151			6,04
30	193	42	8,4 *)	6,43
35	233	40	8,0	6,66
40	270	37	7,4	6,75 **)
45	303	33	6,6	6,73
50	332	29	5,8	6,64
55	357	25	5,0	6,43
60	379	22	4,0	6,28

*) Kulmination des laufenden Zuwachses.
**) Kulmination des Durchschnitts-Zuwachses.

48. Rechnet man nur mit Derbholz, so zeigen die Differenzen der aufeinander folgenden Glieder, sobald überhaupt erst Derbholz vorhanden ist, sehr schnelles Ansteigen, weiterhin etwas spätere Kulmination als die Gesamtmasse, dann rascheren Fall und endlich fast gleichen Verlauf.

Beispiel.

Kiefer, Bonität II. Medium.

Jahr	Derbholz	laufender Zuwachs periodisch	jährlich	Durchschnitts-Zuwachs
25	35			1,4
30	82	47	9,4	2,7
35	150	68	13,6 *)	4,3
40	198	48	9,6	4,9
45	243	45	9,0	5,4
50	276	33	6,6	5,5
55	304	28	5,6	5,5 **)
60	328	24	4,8	5,5
65	349	21	4,2	5,4

*) Kulmination des laufenden Zuwachses.
**) Kulmination des Durchschnitts-Zuwachses.

Hervorzuheben ist die Tatsache, daß die Derbholzmehrung allein zeitweise größer ist, als die der Gesamtmasse. Es hat das seinen Grund in dem Umstande, daß das an der Grenze des Derbholzes stehende Schaftholzreisig in großen Mengen zum Derbholz überwächst und dadurch gleichsam eine Umbuchung eintritt. Das

Reisholz nimmt ab durch Zuwachs und das Derbholz gewinnt durch den Zugang eines Jahrringes auch den Zuwachs früherer Jahre.

Wenn 1903 ein Schaftteil 69 mm Durchmesser hat, so gehört er ins Reisig. Der Zuwachs von 1904 läßt ihn ins Derbholz übertreten. Hier kommt er in Aufrechnung, beim Reisig in Abrechnung.

49. Die Zuwachsverhältnisse sind nun aber nicht nur nach dem jeweilig bleibenden Bestande aus zu betrachten, sondern es sind auch die durch die notwendig werdende Stammzahlverminderung hervorgerufenen Vorerträge einzubeziehen.

Wenn ein Kiefernbestand im 60. Jahre 1139 Stämme mit 379 fm hat und im 65. Jahre 975 Stämme mit 399 fm, so ist doch offenbar der Zuwachs nicht nur 20 fm, sondern wenn trotz des Abganges von 164 Stämmen 20 fm mehr gefunden werden, so ist der Bestandszuwachs größer als 20 fm. Er beträgt nach den in meinen Kiefertafeln enthaltenen Berechnungen 20 + 22 = 42 fm.

50. Durch die Stammzahlabnahme und die damit eintretenden Vorerträge werden die Zuwachsgesetze, wie sie gewöhnlich vorgetragen werden, außerordentlich verschleiert.

Wenn wir z. B. am Einzelstamm fanden, daß der Durchschnittszuwachs kulminiert, wenn er dem laufenden Zuwachs gleich ist, so finden wir dieses Gesetz beim Bestande nur, wenn wir die Vorerträge ganz fortlassen oder in voller Größe einstellen können. Jenes ist falsch und dieses in der Praxis nicht möglich.

51. Weil die Einstellung aller Vorerträge in ihrer richtigen Größe zurzeit nicht möglich ist, so können wir in der Praxis auch gar nicht genau angeben, wann z. B. der laufende Zuwachs des Bestandes kulminiert und wann der Durchschnittszuwachs. Wir können nur in theoretische Erörterungen dieser Streitfragen eintreten und die Beantwortung durch Wahrscheinlichkeiten umstellen. Auch das hat ja aber seinen großen und unbestrittenen Wert.

Zuwachsaufrechnung für einen gegebenen Bestand.

Nach Durchschnittszuwachs.

52. Der Bestand, wie er steht, ist seiner Masse nach aufgenommen, sein Alter bekannt. Dann ergibt $\frac{m}{a}$ seinen Durchschnittszuwachs.

Dieser ist für kurze nächstliegende Zeiträume als ein brauchbarer Näherungswert für Zuwachsaufrechnung anzusehen.

Wenn ein 60jähriger Kiefernbestand 379 fm hat, so ist der Durchschnittszuwachs 6,3 fm.

Rechnet man danach den Zuwachs für 5 Jahre auf, so müßte an Masse vorhanden sein 410 fm. Die Ertragstafeln geben allerdings nur 399 fm, also 11 fm weniger; dafür sind aber 164 Stämme herausgekommen, die mit 11 fm sicherlich nicht zu hoch eingeschätzt sind. Die theoretische Berechnung gibt deren Ertrag auf 22 fm an.

Nach Ertragstafeln.

53. Man sucht die für Alter, Höhe, Masse am besten zutreffende Tafel auf und entnimmt ihr das zugehörige Zuwachsprozent. Die Anwendung desselben ergibt einen Zuwachs, der den Vorertrag (die Stammzahlminderung) nicht einschließt. Er ist also besonders zu veranschlagen. Ist in der Tafel das Zuwachsprozent nicht angegeben, so ist die zukünftige Masse zu berechnen nach der Proportion:

Es verhalten sich die Tafelwerte für die Jahre a und b wie die jetzige Masse (Jahr a) zur Masse im Jahre b.

Auch bei dieser Rechnung bleibt der Vorertrag außer Ansatz.

Nach Probestämmen.

54. Tatsache ist, daß der Zuwachs der einzelnen Bäume sehr verschieden ist und ebenso das Zuwachsprozent.

Es empfiehlt sich daher, den Bestand in Klassen zu zerlegen, für jede das Zuwachsprozent an deren Mittelstämmen zu berechnen und daraus und den zugehörigen Massen den Klassenzuwachs.

55. Diese Trennung des Bestandes nach Klassen gibt nebenher meistens sehr interessante Aufschlüsse über die Arbeit jeder Klasse am Zuwachs und damit wirtschaftliche Winke.

Für geschlossene gleichaltrige Bestände findet man z. B., daß die stärksten Stämme am meisten zuwachsen und die Leistung mit dem Durchmesser abnimmt. Abweichungen haben in der Regel ihre besonderen Gründe (Erweiterung, Schmälerung des Wachsraumes, Verletzungen, Krankheiten).

56. Der Vorertrag wird bei dieser Berechnung eingeschlossen, denn man nimmt die gegenwärtige Masse und Stammzahl in die Rechnung hinein und wendet die gefundenen Prozente auf die durch die unverminderte Stammzahl vertretene Masse an.

Wo der Vorertrag im Walde verfault oder grundsätzlich zu niedrig berechnet wird oder dem Leseholzsammler anheimfällt, bringt das Verfahren demnach zu hohen Zuwachs.

Nach dem aus Stammzuwachsprozenten zusammengezogenen Bestandszuwachsprozent.

57. Zuwachsprozente sind Relativzahlen, die man nur unter Umständen addieren darf, um aus arithmetischem Mittel eine zusammengezogene Größe zu erhalten.

Man darf es, wenn die Größen alle dicht bei einander liegen und darf es um so eher, als jede einzelne nur einen groben Näherungswert darstellt.

1,1 + 1,2 + 1,3 + 1,4 + 1,5 ergibt im Mittel 1,3 Prozent.

58. Sind die gewonnenen einzelnen Prozente untereinander sehr verschieden, so muß in andrer Art gerechnet werden.

Es gilt dann die Formel:

$$\frac{g_1 p_1 + g_2 p_2 + g_3 p_3 + \ldots\ldots}{g_1 + g_2 + g_3 + \ldots\ldots}$$

Sind die Querflächenanteile der Klassen 4 — 10 — 17 — 24 — 45, so ist das mittlere Prozent aus den bei 57 genannten Prozenten

$$\frac{4 \cdot 1{,}1 + 10 \cdot 1{,}2 + 17 \cdot 1{,}3 + 24 \cdot 1{,}4 + 45 \cdot 1{,}5}{100} = 1{,}4$$

59. Sind die Prozente alle nach der Formel $\frac{400}{nd}$ berechnet,

so wird die Formel unter 58, wenn statt g der Wert $\frac{d^2\pi}{4}$ eingesetzt wird, umgewandelt in den Wert

$$\frac{\frac{\pi d_1^2}{4}\frac{400}{n_1 d_1}+\frac{\pi d_2^2}{4}\cdot\frac{400}{n_2 d_2}+\frac{\pi d_3^2}{4}\frac{400}{n_3 d_3^2}+\ldots}{\frac{\pi d_1^2}{4}+\frac{\pi d_2^2}{4}+\frac{\pi d_3^2}{4}+\ldots}$$

$$=\frac{\frac{400 d_1}{n_1}+\frac{400 d_2}{n_2}+\frac{400 d_3}{n}}{d_1^2+d_2^2+d_3^2}$$

$$=\frac{100\left(\frac{4 d_1}{n_1}+\frac{4 d_2}{n_2}+\frac{4 d_3}{n_3}+\ldots\right)}{d_1^2+d_2^2+d_3^2+\ldots}$$

Das ist die von Borggreve gegebene Formel, als deren Vorteil anzusehen ist, daß die Zuwachsprozente im einzelnen nicht berechnet zu werden brauchen.

Beispiel.

$n_1 = 5$; $n_2 = 6$; $n_3 = 7$; $n_4 = 8$; $d_1 = 30$; $d_2 = 34$; $d_3 = 35$; $d_4 = 40$.

$$\frac{100\left(\frac{4}{5}\,30+\frac{4}{6}\,34+\frac{4}{7}\cdot 35+\frac{4}{8}\cdot 40\right)}{30^2+34^2+35^2+40^2}$$

$$=100\,\frac{(14+22{,}7+20+20)}{900+1156+1225+1600}$$

$$=\frac{8670}{4881}=1{,}67.$$

60. Man ist übrigens nicht an die Herleitung aus der Formel $\frac{400}{nd}$ gebunden. Wenn, wie es häufig der Fall ist, die herrschenden Klassen die Formel 500 erheischen, die mittlere 450, so würde bei 3 Klassen die Formel umzurechnen sein in den Wert:

$$p=\frac{100\left(\frac{4 d_1}{n_1}+\frac{4{,}5 d_2}{n_2}+\frac{5 d_3}{n_3}\right)}{d_1^2+d_2^2+d_3^2}.$$

Die Rechnung nach diesen Formeln stellt also jedesmal einen besonderen Fall der allgemeinen, unter 58 gegebenen Formel dar.

61. Hat man die Kreisflächenzunahme in durchdachter grundsätzlicher Art festgestellt, also zB. in 1,3 m Höhe und dazu noch in weiteren Höhen 3 — 6 — 12 m, so kann man aus diesen Messungen direkt ein mittleres Zuwachsprozent herleiten. Ist G die jetzige, g die frühere Querfläche, so wird

$$\frac{(G_1 + G_2 + G_3 + \ldots) - (g_1 + g_2 + g_3 + \ldots)}{G_1 + G_2 + G_3 + \ldots} = \frac{p}{100}.$$

Es geht aus dieser Rechnung das Prozent vorwärts hervor.

Für das Prozent rückwärts ist die Formel zu schreiben:

$$\frac{(G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + \ldots) - (g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + \ldots)}{g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + \ldots\ldots}$$

Beispiel.

$G_1 = 0{,}0707$; $G_2 = 0{,}0908$; $G_3 = 0{,}1075$; $G_4 = 0{,}1257$

$g_1 = 0{,}0683$; $g_2 = 0{,}0814$; $g_3 = 0{,}0962$; $g_4 = 0{,}1146$.

$$p = 100 \cdot \frac{0{,}0707 + 0{,}0908 + 0{,}1075 + 0{,}1257 - (0{,}0683 + 0{,}0814 + 0{,}962 + 0{,}1146)}{0{,}0707 + 0{,}0908 + 0{,}1075 + 0{,}1257}$$

$$= 100 \cdot \frac{0{,}0342}{0{,}3947} = 8{,}6 \text{ (Prozent vorwärts).}$$

$$\text{Prozent rückwärts} = \frac{0{,}0342 \cdot 100}{3605} = 9{,}5$$

62. Wenn die Baumzuwachsprozente bereits als Näherungswerte zu bezeichnen sind, so erweist sich auch das Bestandszuwachsprozent als solcher und zwar in verstärktem Maße. Es ist daher leicht erklärlich, daß auf diesem Gebiete noch leichter als beim einzelnen Baume weitgehende Meinungsverschiedenheiten auftreten können und dabei eine jede für sich auf Belegzahlen hinzuweisen vermag.

Es ist deshalb erforderlich und in Prozeßsachen unbedingt notwendig, das eingeschlagene Verfahren genau anzugeben.

63. Verlauf des Zuwachsprozentes bei geschlossenen Beständen.

Läßt man die Vorerträge fort, so fallen die in Jungbeständen hohen Prozente mit steigendem Alter anfangs rasch, nachher langsam, der Fall wird aber nicht unterbrochen.

64. Zieht man die Vorerträge in die Rechnung hinein, so werden die Prozente sämtlich erhöht und zwar relativ mehr in

älteren, als in jungen Beständen. Die Prozente sind aber auch unter solcher Herleitung am höchsten im jungen Bestande und fallen stetig mit dem Alter.

Die Aufrechnung des progressionsmäßig verminderten Zuwachses.

65. Bei Beständen, die in der ersten Periode zum Hiebe kommen, wird der Zuwachs bis zur Mitte der Periode aufgerechnet. Es gilt dabei die Annahme, daß der Hieb im ersten Jahre beginnt, die Nutzungen gleichmäßig bis zum letzten Jahre gehen und damit der Vorrat verzehrt ist. Unter dieser Voraussetzung stellt der Zuwachs eine fallende arithmetische Reihe dar.

Ist der Zuwachs des letzten Jahres z, die Periode n Jahre lang, so ist die Reihe

$$nz + (n - 1)\,z + \ldots .\, 2z + z = \frac{n}{2}\,(n + 1)\,z.$$

Dabei gilt, daß der Vorrat aufgenommen ist im Frühjahr des ersten Jahres vor Beginn der Vegetation.

Geschieht die Aufnahme nach Schluß der Vegetationszeit, so erhält die Formel den Wert $\frac{n}{2}\,(n - 1)\,z$, weil das erste Glied der Reihe nz jetzt im Vorrat steckt. Aus beiden Formeln ergibt sich der Mittelwert $\frac{n}{2}\,nz$, d. h. also man rechne den vollen Jahreszuwachs des ganzen Bestandes bis zur Periodenmitte.

Der Zuwachs des Waldes.

66. Der Wald in seiner einfachsten Form, dem Hochwalde mit Kahlschlag, baut sich auf als eine Bestandsreihe, deren Glieder im Alter um ein Jahr auseinander liegen, also um eine Zuwachsgröße.

Nun haben wir unterschieden laufenden und den Durchschnittszuwachs. Nennen wir den Vorrat des ältesten Schlages m, so erhalten wir dessen Durchschnittszuwachs, in diesem Falle also den Haubarkeitsdurchschnittszuwachs, in dem Werte $\frac{m}{u}$. Nennen wir diesen z, so würde im Frühjahr bei Beginn der Vegetation vorhanden sein: jüngster Schlag Kulturfläche, bei Saat Alter = 0, dann folgt einjähriges bis (u — 1)jähriges Holz.

Nehmen wir an, daß tatsächlich der jeweilig bleibende Bestand (also ohne Vorertrag) sich um z vermehrt, so ist am Anfang der Vegetation vorhanden die Vorratsreihe:

$$0 + z + 2z + 3z + \ldots\ldots (u - 2) z + (u - 1) z$$

und am Ende

$$z + 2z + 3z + 4z \ldots\ldots + (u - 1) z + uz.$$

Der Zuwachs beträgt:

$$z + z + z + z + \ldots\ldots + z + z = uz.$$

67. Die Zuwachsprozente sind:

für die Saat . . . . $= \infty$

für den einjährigen Bestand . . . $= \frac{100}{1}$

für den zweijährigen Bestand . . $= \frac{100}{2}$

für den dreijährigen Bestand . . . $= \frac{100}{3}$

für den (u — 2)jährigen Bestand . $= \frac{100}{u - 2}$

für den (u — 1)jährigen Bestand . $= \frac{100}{u - 1}$,

da der Zuwachs vom Anfangswerte erfolgt.

68. Für den ganzen Wald berechnet sich das Zuwachsprozent aus dem Zuwachs uz und dem Vorrat $\frac{u}{2} z (u - 1)$

$$p = \frac{200}{u - 1},$$

d. h. also das Zuwachsprozent des Waldes ist rund noch einmal so groß, wie das des haubaren Schlages.

69. Nun sind die Vorerträge nicht berücksichtigt. Es ist doch aber klar, daß sie in die Berechnung eingesetzt werden müssen. Nehmen wir an, daß sie die Hälfte des Zuwachses ausmachen, der dem jeweiligen Bestande zugeht, so wird

$$p = \frac{300}{u - 1},$$

also gleich dem dreifachen Zuwachsprozent vom haubaren Bestande.

70. Die Sache liegt aber in Wirklichkeit noch ganz anders. Wir wissen nämlich aus den Ertragstafeln, daß der Zuwachs sich nicht nach dem Haubarkeitsdurchschnittszuwachs anlegt, daß der Bestand sich vielmehr nach dem laufenden Zuwachs aufbaut.

Dieser laufende Zuwachs sinkt von einem bestimmten Zeitpunkt unter den Haubarkeitsdurchschnittszuwachs und zwar je länger dieser Zeitpunkt zurückliegt, um so mehr.

71. Hieraus ergibt sich, daß das tatsächliche Zuwachsprozent des haubaren Holzes nur eine kleine Größe ist gegenüber dem Zuwachsprozente des ganzen Waldes, zu dem das haubare Holz als ältestes Glied gehört, und umgekehrt, daß das Zuwachsprozent eines normal aufgebauten Waldes um ein vielfaches größer ist, als das Zuwachsprozent des ältesten Bestandes.

Für Bonität II der Weiseschen Kiefern-Ertragstafeln ergab sich:

Der Normalvorrat beträgt im Jahre	fm	Von demselben gehen ein an Hauptnutzung	Vornutzung	zusammen	Mithin Waldnutzungs (zuwachs)-Prozent	Dagegen Bestandszuwachs-Prozent
25	1417	151	10	161	11,4	7,6
30	2256	193	25	218	9,7	6,4
35	3301	233	47	280	8,5	5,2
40	4540	270	71	341	7,5	4,2
45	5956	303	95	398	6,7	3,5
50	7529	332	119	451	6,0	3,0
55	9239	357	143	500	5,4	2,5
60	11068	379	166	545	4,9	2,2
65	13003	399	188	587	4,5	2,0
70	15034	417	209	626	4,2	1,7
75	17151	433	229	662	3,9	1,6
80	19346	448	248	696	3,6	1,4
85	21614	462	266	728	3,4	1,3
90	23950	475	283	758	3,2	1,1
95	26347	486	299	785	3,0	1,0
100	28797	496	314	810	2,8	1,0
105	31297	506	328	834	2,7	0,9
110	33847	516	340	856	2,5	0,7
115	36445	525	350	875	2,4	0,6
120	39088	534	358	892	2,3	—

Zweiter Abschnitt.

Der Wertzuwachs

72. beruht im allgemeinen darauf, daß das Holz mit steigendem Alter stärkeren Durchmesser erhält und damit vielseitigere Verwendung. Außerdem gewinnt es durch Reife und Zunahme des Kerns, wo solcher sich überhaupt bildet.

Der Wertzuwachs kann zahlenmäßig nur festgemacht werden durch eine sorgfältig geführte Statistik der Holzpreise.

73. Die Wertzunahme des einzelnen Baumes steht wahrscheinlich lange Zeit in geradem Verhältnis zur Durchmesserzunahme.

Überschreitet der Durchmesser ein bestimmtes Maß, so verschwindet die Wertzunahme und kann sich sogar in Abnahme umsetzen. Eine solche Abnahme hat in der Regel ihren Grund in besonderen örtlichen Verhältnissen. Sie wird namentlich durch Abfuhrschwierigkeiten hervorgerufen. Sie wird daher seltener bemerkt, wenn das Holz nicht im Walde, sondern auf Holzablagen verkauft wird.

74. Für die Berechnung des Wertzuwachses eines Bestandes müssen wir kennen:

die Masse des Bestandes in seinen verschiedenen Lebensaltern,

die Sortimente, die diese Masse liefert, also Langnutzholz nach seinen Klassen, Schichtnutzholz usw.,

die Preise, wie sie zu einem bestimmten Zeitpunkte sich stellen.

Nach diesen Unterlagen läßt sich berechnen der Verkaufswert, den zu bestimmter Zeit die im Bestandsalter 15—20 usw. bis u Jahr vorgefundene Holzmasse hat. Die Zahlen bringt man auf Festmeterwerte, deren Differenzen dann den absoluten Wertzuwachs geben.

75. Wir finden z. B., daß ein ha 90jähriger Kiefernbestand 7000 M., ein ha 100jähriger 8000 M. wert ist. Da die Massen des 90- und 100jährigen Bestandes ungleich sind, so bezeichnet die Differenz 8000—7000 M. nicht den Wertzuwachs des 90jährigen Bestandes, sondern Massen- und Wertzuwachs zusammen. Der Wertzuwachs allein tritt erst hervor, wenn der Wert eines Festmeters berechnet wird.

Hatte der 90jährige 500, der 100jährige 520 fm, so ist der Wert eines Festmeters 14 M. beim 90jährigen und 15,4 M. beim 100jährigen Holze.

Der Wertzuwachs beträgt also 1,4 M.

76. Nun ist auch hier die Prozentrechnung der Bequemlichkeit halber eingeführt. Offenbar kann man die Prozente, wie beim Massenzuwachs vorwärts und rückwärts berechnen, endlich den Zuwachs auch auf einen Mittelwert beziehen.

Demnach wird man folgende Gleichungen erhalten, wenn W_a den Anfangswert, W_e den Endwert bezeichnet:

$$P = \frac{W_e - W_a}{W_a} \cdot 100 \quad \text{(Prozent rückwärts)},$$

$$P = \frac{W_e - W_a}{W_e} \cdot 100 \quad \text{(Prozent vorwärts)},$$

$$P = \frac{W_e - W_a}{W_e + W_a} \cdot 200 \quad \text{(Prozent aus der Mitte)}.$$

Wir erhalten durch die Rechnung das für einen Zeitraum von mehreren Jahren gültige Prozent und haben dieses auf ein jährliches zu bringen. Es geschieht durch einfache Division mit der Jahrzahl, die in dem Zeitraum steckt.

Das P für den ganzen Zeitraum ist als Zinseszins berechnet, denn W_a und W_e enthalten den Zuwachs als zum Kapital geschlagen.

Die Herleitung des jährlichen Prozents aus dem periodischen beruht auf einfacher Zinsrechnung.

Das Beispiel bei 75 gibt folgende Lösungen der Formel $W_e = 15{,}4$; $W_a = 14{,}0$:

Prozent rückwärts $\frac{1{,}4}{14} \cdot 100 = 10$, jährlich 1,00,

$$\text{Prozent vorwärts } \frac{1{,}4}{15{,}4} \cdot 100 = 9{,}09, \text{ jährlich } 0{,}91,$$

$$\text{Prozent aus Mitte } \frac{1{,}4}{29{,}4} \cdot 200 = 9{,}52, \text{ jährlich } 0{,}95.$$

77. Über den Verlauf des Wertzuwachses haben wir wenig zuverlässige Kenntnis, weil die Statistik nicht entsprechend organisiert ist. Allgemeine Zahlen würden allerdings lokal nicht ohne weiteres verwendbar sein und daher praktischen Zwecken nur bedingungsweise dienen. Für die *Theorie* aber haben sie außerordentliche Bedeutung, und sie würden durch Klarstellung des wenigstens in der Theorie Erreichbaren auch der Praxis wichtige Richtpunkte geben.

Der Wertzuwachs des Waldes.

78. Das Holz der jüngsten Bestände hat keinen Wert, erst wenn es gewisse Ausmaße erreicht hat, zeigt sich ein Wert, der dann i. a. ohne Unterbrechung mit Zunahme des Alters wächst.

Wir müssen also eigentlich den Anfang der Wertkurve *nicht auf den Anfang der Massenkurve* legen.

Wenn wir es dennoch tun, so geschieht es, weil die Darstellung dadurch minder verwickelt wird.

Zur weiteren Vereinfachung lassen wir den Wert, ebenso wie vorhin die Massen, nach gleichen Größen, dem Haubarkeitsdurchschnitts-Wertzuwachs, steigen. Dann hat die erste Schlagfläche als eben besäte Fläche bei Beginn der Vegetation den Wert 0,

die zweite	den	Wert	z · w,
die dritte	„	„	2z · 2w,
die vierte	„	„	3z · 3w,
die vorletzte	„	„	(n—2)z · (n—2)w,
die letzte	„	„	(u—1)z · (u—1)w.

Am Schlusse der Vegetationszeit hat

der erste	Schlag	den	Wert	w · z,
der zweite	„	„	„	2w · 2z,
der dritte	„	„	„	3w · 3z,
der vorletzte	„	„	„	(u—1)w · (u—1)z,
der letzte	„	„	„	uw · uz.

Daraus ergibt sich der Zuwachs:

I. Wert am Schlusse der Vegetationszeit

$= wz + 2w \cdot 2z + 3w \cdot 3z + \ldots + (u-1)w \cdot (u-1)z + uw \cdot uz,$

II. Wert am Anfang $=$

$0 + wz + 2w \cdot 2z + 3w \cdot 3z + \ldots + (u-1)w \cdot (u-1)z$

I—II = Zuwachs $= uw \cdot uz.$

79. **Die Bestandsreihe wächst also in Masse und Wert nach dem Verhältnis der Quadrate der Zahlenreihe 1, 2, 3 . . .**

Der Zuwachs des ganzen Waldes wird durch das letzte Glied $u^2 \cdot wz$ zur Darstellung gebracht.

Man sieht, daß der Unterschied zwischen der laufenden Verzinsung des Wertvorrates auf dem letzten Schlage und der Verzinsung des Wertvorratskapitals, das im ganzen Walde steckt, in ähnlicher Art vorhanden ist, wie er bei den Massen hervortrat.

80. Das Zuwachsprozent von Masse und Wert auf dem letzten Schlage ist:

$$\frac{(u-1)^2 \cdot wz}{[u^2 - (u-1)^2] \cdot wz} = \frac{100}{p},\ p = \frac{100 \cdot (2u-1)}{(u-1)^2}.$$

Daraus Näherungswert: $p = \frac{200}{u}.$

Die Verzinsung des Waldes durch die Ernte des ältesten Schlages ist:

$$\frac{wz\,[1^2 + 2^2 + 3^2 + \ldots (u-1)^2]}{wz \cdot u^2} = \frac{100}{p},$$

$$p = \frac{u^2 \cdot 100}{1^2 + 2^2 + 3^2 + \ldots (u-1)^2}.$$

Daraus Näherungswert: $p = \frac{300}{u}.$ (Vgl. S. 119.)

Dabei sind Vorerträge nicht berücksichtigt.

Wenn wir den Vorertrag der Masse nach relativ sehr hoch einsetzen konnten, so ist beim Wert dagegen eine geringere Verhältniszahl anzuwenden. Immer bleibt aber zu bedenken, daß die Verzinsung des Materialkapitals durch die Vornutzungen erhöht wird.

81. Beispiel für das Anwachsen der Werte.

Für die III. Bonität der Fichte gab Schwappach in „Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände" folgende Tafel für den erntekostenfreien Wert des Hauptbestandes:

	ohne Vorertrag	mit Vorerträgen
40 Jahre	1628 Mk.	1673 Mk.
50 „	2723 „	2908 „
60 „	3860 „	4283 „
70 „	5619 „	6310 „
80 „	6877 „	7830 „
90 „	8234 „	9429 „
100 „	9514 „	10964 „

Das Beispiel ist natürlich als das für obiges Gesetz passendste ausgewählt.

82. Zum Schluß mag nochmals hervorgehoben werden, daß der Aufbau des Waldes von den jungen zu den alten Beständen nicht nach den hier angenommenen Durchschnittsgrößen erfolgt, sondern nach anderen, nämlich den laufend jährlichen Zuwachsgrößen. Diese sind ungleich, im Altbestande stehen sie jenseits ihrer höchsten Werte, sie befinden sich bereits im Absteigen.

Der Altbestand für sich betrachtet hat also eine wesentlich niedrigere Wertverzinsung als der Wald im ganzen.

Lassen wir die Rechnungsannahmen nach Durchschnittsgrößen gelten, so hat der älteste Bestand

ein Massenzuwachsprozent von $\frac{100}{u}$,

ein Wertzuwachsprozent von $\frac{200}{u}$,

der zugehörige Waldaufbau aber ohne Vorerträge

ein Wertzuwachsprozent von $\frac{300}{u}$.

Wir dürfen also nicht in den Zuwachsverhältnissen des ältesten Schlages die entscheidenden Größen für die ganze Betriebseinrichtung sehen und suchen.

Dritter Abschnitt.

Der Teuerungszuwachs.

83. Der Geldwert sinkt, die Kaufkraft des Geldes nimmt ab. Behält Holz seinen Wert, so wird es deshalb im Preise steigen.

Die Waldwirtschaft kann also — wenn das allgemein zutrifft — für sich erwarten: steigende Geldrenten und somit auch Kapitalsteigerung.

84. Die Geschichte des 19. Jahrhunderts lehrt, daß eine Steigerung der Holzpreise, der Waldrenten und des Kapitals tatsächlich eingetreten ist. Anfang und Ende des Jahrhunderts zeigen weiten Abstand der Werte.

Ob wir aber daraus den Schluß ziehen dürfen, daß es auch fernerhin so gehen wird, ob nun gar, wie es geschehen ist, die bisherige Preisentwicklung benutzt werden kann, um eine Kurvengleichung aufzustellen und danach die Zukunft zu beurteilen, erscheint mehr als zweifelhaft.

85. Im praktischen Leben gestaltet sich jeder Schluß von den Preisen der Gegenwart auf die der Zukunft als eine kaufmännische Spekulation.

Daß wir unter Umständen diese heranziehen müssen, ist zweifellos. Es handelt sich aber dabei meist um besondere Fälle, wie z. B. um die Einwirkung einer Bahn, eines Kanals, eines Wegenetzes und dergl. bei bisher garnicht oder mangelhaft aufgeschlossenen Gebieten.

86. Zu beachten ist auch, daß selbst in solchen Fällen sich zuweilen nicht ein Steigen, sondern ein Sinken der Preise ergeben hat. Am zahlreichsten sind solche Fälle beim Buchenholz vorgekommen.

87. Der Teuerungszuwachs wird, wo er zur Beachtung kommt, im Prozent angewendet.

Schlußbemerkung.

88. Es ist üblich, das Massenzuwachsprozent mit a einzuführen, das Wertzuwachsprozent mit b, das Prozent des Teuerungszuwachses mit c.

Da alle drei Größen nur mit grober Näherung eingesetzt werden können, so werden sie einfach durch Addition zusammengezogen.

Die genauen Werte würden sein:

für $a + b$ der Wert $a + b + \frac{ab}{100}$,

für $a + b + c$ der Wert $a + b + c + \frac{ab + ac + bc}{100} + \frac{abc}{100^2}$.

Anmerkung zu 80.

Der Näherungswert $\frac{300}{u}$ ergibt sich, wenn man für die Reihe

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + (u-1)^2$$

den Summenwert $\frac{(u-1)\,u\,(2u-1)}{1\cdot 2\cdot 3}$ setzt. Streicht man darin die Werte -1, so wird die Summe $= \frac{2u^3}{6} = \frac{u^3}{3}\cdot p = \frac{u^2\cdot 100}{\frac{u^3}{3}} = \frac{300}{u}$.

Drittes Buch.

Die Normalverhältnisse der Hauptbetriebsarten in bezug auf Vorrat, Zuwachs und Abnutzung bei jährlichem Betriebe, gleichmäßigen Nutzungen und gleichem Standort.

Hochwald mit Kahlschlag.

1. Wenn die Nutzung gleichmäßig sein soll und jährlich eintritt, auch das Ertragsvermögen durch den ganzen Wald gleich ist, so muß der Waldaufbau kurz vor der Nutzung stets ein gleiches Bild zeigen, ebenso wie kurz nach der Nutzung.

2. Das wird erreicht:

wenn eine Altersstufenfolge vorhanden ist, deren einzelne Glieder nur um ein Jahr von der nächst jüngeren und älteren verschieden sind,

wenn jede Stufe die gleiche Fläche inne hat. Für die Flächengröße der Stufe ergibt sich daher der Wert $\frac{F}{u}$, worin F die Waldfläche und u die Zahl der geforderten Altersstufen ist.

Der Vorrat baut sich am Schluß der Vegetationsperiode auf aus

1j., 2j., 3j., ... (u bis 1)j. und ujährigem Holze.

3. Lassen wir die Vorerträge zunächst außer Betracht, so ist klar, daß unter den gestellten Bedingungen als Nutzung der älteste Schlag gehauen wird.

4. Es würde also nach der Nutzung vorhanden sein eine zu kultivierende Schlagblöße und die Stufenfolge vom 1jährigen bis zum (u—1)jährigen Holze.

5. Nach Verlauf eines Sommers ist dann wieder 1 bis u-jähriges Holz vorhanden.

6. Es ist also für die Nutzung des ujährigen Holzes und für den nachhaltigen Bezug dieser Nutzung gleichgiltig, welcher Holzgehalt in den jüngeren Gliedern der Altersstufenfolge steckt.

7. Es hat das zu der einfachen bereits im zweiten Buch benutzten Methode der Vorratsberechnung geführt. Man hat nämlich den Wald sich aufgebaut gedacht nach dem Gesetz des Haubarkeitsdurchschnittszuwachses, also nach der Größe:

$$\frac{M_u}{u} = z.$$

Es würde also die Altersstufenfolge kurz vor dem Hiebe folgenden Vorrat haben:

$$1z + 2z + 3z + \ldots\ldots + (u-1)z + uz,$$

kurz nach dem Hiebe (u · z ist genutzt, die Fläche tritt als Blöße mit 0 an den Anfang der Reihe)

$$0 + 1z + 2z + 3z + \ldots\ldots + (u-1)z.$$

8. Tatsächlich ist der innere Aufbau der Vorratsreihe ein anderer. Nicht nach dem Gesetz des Haubarkeitsdurchschnittszuwachses folgen sich die Stufen, sondern nach dem des laufenden Zuwachses.

Bildlich dargestellt ist die Vorratsreihe also keine Treppe mit gleichen Stufen, sondern eine Treppe mit ungleichen Stufen. Freilich führen beide zu derselben Höhe.

9. Die rechnerische Größe der Vorratsreihen ergibt sich also nach folgenden Erwägungen:

Aufbau nach Haubarkeitsdurchschnittszuwachs.

Vorrat vor dem Hiebe:

$$z(1 + 2 + 3 + \ldots\ldots (u-1) + u) = \frac{u \cdot z}{2} (u + 1).$$

Vorrat nach dem Hiebe:

$$z(0 + 1 + 2 + 3 + \ldots\ldots + (u-1) = \frac{u \cdot z}{2} (u-1).$$

Mittel aus beiden Formeln (Vorrat in Sommersmitte):

$$\frac{u \cdot z}{2} \cdot u.$$

Aufbau nach laufendem Zuwachs.

10. Steht eine Tafel mit jährlicher Stufenfolge zur Verfügung, so sind die Stufen 1 bis u zu addieren, um den Vorrat kurz vor dem Hiebe zu erhalten. Addiert man nur die Stufen 1 bis (u—1), so erhält man den Vorrat kurz nach dem Hiebe.

Will man den Vorrat in Sommersmitte wissen, so ist der halbe Vorrat der Stufe u einzurechnen.

11. Die meisten Tafeln bringen aber die Erträge nur von 5 zu 5 Jahren oder gar nur von 10 zu 10 Jahren, also allgemein ausgedrückt in Intervallen von n Jahren.

Es hat dann jede Angabe zu gelten für eine Reihe von Stufen und zwar für eine gleiche Anzahl von jüngeren wie älteren Stufen. Die Ertragstafelangabe liegt in der Mitte mit anderen Worten: Man nimmt an, daß die Massen einige Jahre vorher bereits den Wert der Ertragstafelangabe haben und ebenso lange hinterher behalten.

Springt die Tafel von 5 zu 5 Jahren, so gilt die Angabe für den 5 Jahr alten Bestand rückwärts für den 3= und 4jährigen und vorwärts für den 6= und 7jährigen. Der Vorrat des 1= und 2jährigen Schlages wird vernachlässigt.

Die Angaben für den 10jährigen Bestand gelten für den 8= und 9jährigen rückwärts, den 11= und 12jährigen vorwärts usf.

Ist n die Zahl der Jahre, in denen die Tafel springt, a die Angabe für das n, b für das 2n, c für das 3n Jahr usf., so ist der Vorrat $na + nb + nc + \ldots\ldots + n \cdot t$

$$= n(a + b + c + \ldots\ldots + t).$$

Diese Formel gibt also den Vorrat über das Jahr der letzten Tafelangabe hinaus an, also, wenn die Tafel in 5jährigen Zwischenräumen springt, nicht nur bis zum 70., 75., 80. Jahre, sondern bis zum 72. — 77. — 82. Jahre.

Will man aber den Vorrat nur bis zum 70. — 75. — 80. Jahre oder 69. — 74. — 79. Jahre wissen, so muß die Formel geändert werden.

Es sind zu viel enthalten $\left(\frac{n}{2} + \frac{1}{2}\right)$t, wenn der älteste Schlag eben genutzt ist, kurz vor dem Hiebe sind nur zu viel enthalten

$$\left(\frac{n}{2} - \frac{1}{2}\right) t.$$

Die Formel, die den Vorrat kurz vor dem Hiebe angibt für ein Alter, welches mit der Tafelangabe abschneidet, lautet demnach:

$$= n\left(a + b + c + \ldots . + \frac{t}{2}\right) + \frac{t}{2}.$$

Kurz nach dem Hiebe, der ja den Vorrat des ältesten Schlages, t, nimmt, wird sie

$$= n\left(a + b + c + \ldots .. + \frac{t}{2}\right) - \frac{t}{2}.$$

Für Sommersmitte ergibt die Rechnung:

$$n\left(a + b + c + \ldots . + \frac{t}{2}\right).$$

Diese Formeln hat Preßler gelehrt und sie gehen unter seinem Namen.

12. Der Zuwachs des Normalwaldes ist bei Fortlassung der Vornutzungen gleich dem Vorrat des ältesten Schlages. In diesem steckt von jeder Altersstufe der Anteil des Zuwachses, der an den zur Haubarkeit durchgehenden Bäumen sich bildet.

13. Die einzelnen Stufen produzieren aber in Wirklichkeit noch mehr und dieser überschießende Betrag wird durch die Vornutzungen genommen.

Wenn ein 120jähriger Kiefernbestand II. Bonität 356 Stämme hat, so arbeiten eben auch nur 356 Stämme jeder jüngeren Altersstufe des Normalwaldes an Herstellung der Haubarkeitsnutzung, alle übrigen arbeiten für die Vornutzung, also von dem

30jährigen	Ort	4683	—	356	=	4327	Stämme
40	„ „	2558	—	356	=	2202	„
50	„ „	1644	—	356	=	1288	„
60	„ „	1139	—	356	=	783	„
70	„ „	841	—	356	=	485	„
80	„ „	653	—	356	=	297	„

90jährigen Ort	541 — 356 =	185	Stämme
100 „ „	461 — 356 =	105	„

14. Die Zahlenreihe gibt einen Begriff von der Zuwachskraft unserer in gewöhnlicher Weise erzogenen Bestände, auch einen Begriff von der möglichen Größe der Vornutzung.

Die Einführung der Vornutzung verschleiert das klare Bild, das wir von dem Vorratsaufbau des Waldes, von dem Zuwachs und der Nutzung entwerfen konnten, wenn nur der Haubarkeitsbetrag zur Beachtung kommt.

15. Die Zuwachsgröße des Vorrats bei normalem Aufbau des Waldes (nv) innerhalb einer Umtriebszeit ist ohne Vorertrag:

$$u \times \text{Vorrat des ältesten Schlages},$$

also ungefähr = dem doppelten Normalvorrat. Mit Einbezug des Vorertrages nähert er sich dem dreifachen Betrage des nv, ja es kann sein, daß er ihn überschreitet.

16. Als diejenige Größe des nv, welche als Kapital anzusehen ist, muß die nach dem Hiebe gelten. Was sie produziert ist der Zuwachs, der die Nutzungsgröße darstellt, und zugleich die Größe, die beim Nachhaltbetrieb eingefordert wird, wenn auch in anderer Form, wie sie gewachsen ist.

17. Die Holzrente des Normalwaldes ist gleich Vorrat des ältesten Schlages H_u vermehrt um die Vornutzungen

$$D_a + D_b + D_c + \ldots .$$

18. Im Normalwalde entfallen Vornutzungen nur aus den planmäßigen Hieben. In der Praxis treten auch Zufallsnutzungen auf. Sie beeinträchtigen regelmäßig die Höhe der planmäßigen Vornutzungen, können aber auch die Höhe von H_u herabdrücken.

Hochwald mit natürlicher Verjüngung.

19. Der Hieb erfolgt jährlich, der Ersatz durch Verjüngung aber aussetzend, weil er vom Eintritt der Samenjahre abhängig ist.

Daraus ergeben sich Eigentümlichkeiten des Waldvorrats-Aufbaues. Er ist nicht so klar darzustellen, wie beim Kahlschlagbetriebe.

20. Die Zahl der Altersstufen bestimmt sich nach dem Umtrieb u und dem Zeitabstand zwischen zwei Samenjahren n. Sie ist $\frac{u}{n}$. Der Umtrieb wird dabei als ein Vielfaches von n genommen. Anderseits wird n — da es ja nur in groben Zügen feststellbar ist — nach dem Umtriebe abgestimmt. Zwischen beiden herrscht Wechselbeziehung.

21. Theoretisch ist der Umtrieb auch bei der natürlichen Verjüngung eine feste Zahl, in der Praxis schwankt sie mehr oder minder.

22. Die Altersabstufung ist kurz vor Eintritt des Samenjahres und unter der Annahme, daß die Verjüngung in n Jahren hergestellt werden kann:

Verjüngung + n + 2n + 3n + . . . + (u—n) + u + Nachhiebsrückstand.

Nachhiebsrückstand ist der Vorrat an Mutterbäumen, der über der nicht fertigen Verjüngung steht*). Betrachten wir die Stufen, die nicht in Verjüngung stehen, die also, welche fertig verjüngt und anderseits noch geschlossen sind, nennen den Vorrat einer Jahresschlagfläche bei der jüngsten a, bei der nächsten b, der driten c usw. die (u—n) = s, so erhalten wir die Vorratsreihe

$$n(a + b + c + d + \ldots + s).$$

23. Bei den in Verjüngung stehenden Flächen reicht sich Jungbestand und Mutterbestand die Hand, sie stehen auf denselben Flächen durcheinander.

24. Diese Stufe wird im Altholz abgewirtschaftet, liefert die Abnutzungssätze der nächsten Zeit, und der jeweilige Rest schirmt die Jungpflanzen.

Der Vorrat (in der Abbildung acdbe) bemißt sich nach der Dauer der Verjüngung, so zwar, daß er bei normaler Ordnung die Abnutzungssätze der halben Verjüngungszeit ab deckt.

---

*) von Wedekind nannte den Nachhiebsrückstand Liquidationsquantum. Läßt man ihn außer Berechnung, so bildet er eine fliegende Reserve, im Gegensatze zu den festen Reserven, die durch die Masse einer oder mehrerer im Betriebsplan bezeichneter Wirtschaftsfiguren dargestellt wird.

Der Einschlag verteilt sich aber auf die ganze Verjüngungszeit. Die Einhaltung der Abnutzungssätze wird trotzdem dadurch möglich, daß neue Flächen das Alter u erreichen und in Angriff genommen werden, wie ja auch das in der Abbildung über cd fehlende Vorratsdreieck schon bei vorangegangenen Verjüngungen genutzt ist. Auch kommt der Nachhiebsrückstand (bde) zur Abnutzung.

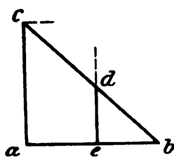


Abbildung 7.

25. Die ganze Vorratsreihe des Waldes kann trotz dieser Abweichung ohne nennenswerten Fehler derjenigen des Hochwaldkahlschlages gleich gesetzt werden.

26. Der Zuwachs ist in den geschlossen gehaltenen Beständen wie im Kahlschlagshochwald, in den Verjüngungsschlägen ist er getrieben durch die Lichtung, durch Bodenpflege während der Verjüngung und durch Aufzehrung des Nährstoffkapitals, das der Schlußstand aus Überschüssen aufgespeichert hat.

27. Um den Betrag dieser Zuwachssteigerung kann denn auch die Abnutzung höher sein als im Hochwaldkahlschlag.

Hochwald mit Lichtung im Baumholzalter.

28. Der Wald wird im Schluß erzogen und zeigt also bis zum Baumholzalter dasselbe Bild wie die früher besprochenen Betriebsarten sowohl in Altersstufen wie in Vorrat und Zuwachs.

29. Die Lichtung greift in den Vorrat ein und verringert ihn soweit, daß nur noch die Stämme bleiben, die für die Heranbildung des erntereifen Bestandes notwendig sind.

30. Der Theorie nach fallen in der Lichtung alle anderen Stämme. Es werden also weitere Vornutzungen unmöglich. Die Lichtung nimmt alles vorweg, was bei geschlossenen Beständen noch an Vornutzungen von Durchforstung zu Durchforstung anfällt.

31. Der erntereife Bestand hat den Vorrat des geschlossenen Bestandes vom Alter u.

32. Offen ist noch die Frage, ob bei den Lichtungen dieses Ziel tatsächlich erreicht wird in kürzerem Zeitraum als im Schluß-

stande, so daß also infolge der Lichtung der Umtrieb etwas verkürzt werden kann, ohne den Einschlag in schwächeres Holz zu verlegen.

33. Wird die Lichtung nicht mit einmaligem Hieb hergestellt, sondern in mehreren Stufen, so nähert man sich damit den Verhältnissen des Hochwaldes ohne Lichtung.

Femelschlagbetrieb.

34. Vorratsaufbau. Grundsätzlich wird die Verjüngung durch Benutzung mehrerer auf einander folgender Samenjahre hergestellt. Die Dauer der Verjüngung ist sehr lang, die Betriebsfläche deshalb sehr groß. Sie trägt und bringt ungleichaltrige Bestände.

35. Denkt man sich das gleichaltrige, von demselben Samenjahre herrührende Holz zusammengerückt, so nimmt jede Stufe gleiche Fläche ein wie beim Hochwalde mit natürlicher Verjüngung, denn die Nutzung soll gleichmäßig hoch sein und schafft daher gleichmäßig große Flächen, die die Verjüngung besetzen kann und besetzt.

36. Zuwachs wie beim Hochwald mit natürlicher Verjüngung.

37. Die Abnutzung ist auch hier der Zuwachsgröße gleich. Diese ist als solche sorgfältig zu ermitteln und gibt die Grundlage für die Betriebsregulierung, da die Fläche und deren Vorrat wegen des verzettelten Hiebes nicht benutzt werden kann.

Plenterwald.

38. Der ungeregelte hat weder Normalvorrat noch bestimmte Zuwachs- und Abnutzungsgesetze. Er stellt nur eine Bedarfswirtschaft dar.

39. Im geregelten Plenterwalde wird eine gleichmäßige Nutzung angestrebt. Nimmt man solche für das haubare (älteste) Holz an, so wird der Hieb auch jedesmal gleiche Flächen bringen.

40. Wird dann die Forderung erfüllt, daß die durch den Hieb freigelegten Flächen wieder in Kultur gebracht werden, so muß im Laufe der Zeit jede Altersstufe gleiche Fläche einnehmen.

41. Den geregelten Plenterwald teilen wir nach Maßgabe der Umlaufszeit in eine entsprechende Zahl von Schlägen. In jedem Jahre wird ein Schlag gehauen. Auf denselben Schlag kehrt der Hieb also zurück in Zwischenräumen von einem vollen Umlauf.

Ist die Umlaufszeit 10 Jahre lang, so haben wir in der eingerichteten Wirtschaft:

auf Schlag	I	1j.	11j.	21j.	. . .	Holz
„ „	II	2j.	12j.	22j.	. . .	„
„ „	III	3j.	13j.	23j.	. . .	„
„ „	IV	4j.	14j.	24j.	. . .	„
„ „	V	5j.	15j.	25j.	. . :	„
„ „	VI	6j.	16j.	26j.	. . .	„
„ „	VII	7j.	17j.	27j.	. . .	„
„ „	VIII	8j.	18j.	28j.	. . .	„
„ „	IX	9j.	19j.	29j.	. . .	„
„ „	X	10j.	20j.	30j.	. . .	uj. Holz.

42. Es sind also alle Altersklassen da und jede hat gleichen Flächenanteil. Es ist mithin dieselbe Abstufung wie im Kahlschlagshochwald. Der Unterschied liegt in der räumlichen Anordnung, denn die zu ein und demselben Schlage gehörigen Stufen können in beliebiger Stellung zu einander stehen, während sie im Hochwalde *flächenweise* geordnet sind.

43. Der *Zuwachs* ist dem des Hochwaldes gleich.

Wenn er nach Zuwachsuntersuchungen größer zu sein scheint, so liegt das daran, daß im Plenterwalde leicht der *volle* Zuwachs in die Erscheinung tritt, also der, den wir als laufenden Zuwachs im Hochwalde aufspeichern und *zugleich* der, den wir durch Vorerträge nutzen.

44. Die Zuwachsberechnungen erstrecken sich nämlich im Plenterwalde *stets* auf alle Altersklassen, im Hochwalde dagegen fast immer nur auf die der I. Periode. Das sind aber Bestände, deren laufender Zuwachs nicht mehr hoch ist.

45. Die *Abnutzung* wird nach dem Zuwachs geregelt. Unter normalen Verhältnissen ist derselbe einzufordern durch Hieb

des ältesten Holzes und durch Stammzahlminderungen in jeder Altersklasse.

Niederwald.

46. Der Aufbau der Altersstufen und die räumliche Ausdehnung und Stellung ist wie beim Hochwald mit Kahlschlag.

47. Der laufende Zuwachs hat jedoch anderen Verlauf als bei diesem. Er kulminiert nämlich schon sehr früh.

48. Die Abnutzung ist immer eine nach der Fläche geregelte. Der Wald wird in soviel Schläge geteilt, wie der Umtrieb Jahre zählt. Der älteste ist zu nutzen. Die Niederwaldbestände sind früher nicht durchforstet. Jetzt hat man eingesehen, daß Durchforstungen nicht nur an sich Reinerträge bringen können, sondern auch durch günstige Rückwirkung auf den Hauptbestand zur Erhöhung der Waldrente beitragen.

Mittelwald.

49. ist eine Verbindung von Niederwald und geregeltem, aber nicht geschlossenen Plenterwald*). Demgemäß ist das Einrichtungsverfahren ein doppeltes.

50. Niederwald: Altersstufenfolge, Flächenanspruch, Aufbau wie im reinen Niederwalde, jedoch mit dem Unterschiede, daß in ihm und mit ihm die Oberholzaltersklasse des ersten Umlaufs emporwächst. Sie beansprucht die ihr zukommende Fläche. Der Zuwachs ist gegenüber dem frei aufwachsenden Niederwalde wegen des durch Überschattung hervorgerufenen Druckes zurückgehaten.

51. Die Abnutzung besteht in flächenweisem Abtrieb des jeweilig ältesten Schlages unter Schonung sämtlicher Kernwüchse. Der Ertrag wird nach Maßgabe der letzten Hiebsergebnisse eingeschätzt unter Berücksichtigung etwa eingetretener Änderungen in der Bestockung.

---

*) Die Definition, daß Mittelwald eine Verbindung von Hochwald und Niederwald sei, scheint leider unausrottbar zu sein, obwohl sie eine durch und durch falsche Auffassung von dem Wesen des Mittelwaldes zeigt.

52. Plenterwald. Das Oberholz nimmt von jeder Schlagfläche nur einen Bruchteil ein, den man in Zehnteln der Fläche bemißt.

In diese reduzierte Fläche teilen sich die Stufen genau nach den Grundsätzen des reinen Plenterwaldes. Auch im Mittelwalde sind also alle Oberholzklassen vom 1jährigen Holze an vorhanden.

53. Die Stufen von 1 bis u Jahren (u hier gleich Umlaufszeit, also Umtrieb im Niederwald) stecken aber im Unterholz, erst die Stufe u + 1 Jahr wird für das Auge sichtbar, ebenso wie es alle älteren bis zum n · u jährigen Holze sind, also dem vom Alter des Oberholzumtriebes.

Es ist ein Irrtum, wenn die Zahl der auf einem Schlage befindlichen Stufen angegeben wird als

$$\frac{n \cdot u}{u} - 1 = n - 1.$$

Die richtige Zahl ist n.

Der Oberholzumtrieb ist ein Vielfaches von u also = nu.

54. Der Zuwachs ist in der jüngsten Oberholzklasse durch den Unterholzschluß gemäßigt, dagegen vom Laßreis an durch Freistand gehoben.

55. Die Abnutzung trifft denjenigen Schlag, auf dem der Niederwald gehauen wird.

Im Normalwalde fällt die älteste Altersklasse ganz, jede jüngere Klasse wird durchplentert und zwar fallen soviel Stämme von jeder, daß der Rest die Normalzahl für die nächstältere Klasse darstellt.

56. Wenn man in dieser Weise die Abnutzung festsetzt, so haut man gerade genau die Zuwachsgröße des Zeitraumes von einer Umlaufszeit.

57. In der Praxis ist es leichter, den Zuwachs festzustellen, als die normalen Stammzahlen der Altersklassen. Man gibt daher auch hier die einfache Regel, daß die Abnutzung sich nach dem Zuwachs bemißt, der innerhalb u Jahren erfolgt.

Viertes Buch.

Die Lehre vom Umtrieb.

Allgemeines.

1. Der Umtrieb ist derjenige Zeitraum, welcher planmäßig und durchschnittlich von der Begründung der Bestände bis zu ihrer Ernte verstreicht, mit anderen Worten, derjenige Zeitraum, innerhalb dessen der Hieb die Fläche einer vollen Betriebsklasse durchschreitet, wenn die planmäßige Nutzung eingehalten wird.

2. Das Alter, in dem der Einzelbestand gehauen wird, ist sein Haubarkeitsalter.

Im Normalwalde decken sich Umtrieb und Haubarkeitsalter in ihrer Höhe, in der Praxis sind sie aber sehr oft voneinander verschieden.

3. Das Durchschnittsalter der Bestände ist im Normalwalde mit jährlichem Betriebe gleich der halben Umtriebszeit.

Danach läßt sich beurteilen, ob für einen gegebenen Umtrieb alle Bestände zusammen das zugehörige normale Alter haben, umgekehrt aber auch, welcher Umtrieb zu einem vorhandenen Altersklassenverhältnis rechnungsmäßig gehört.

4. Die Lehre vom Umtriebe hat in der Literatur der letzten fünfzig Jahre einen sehr breiten Raum eingenommen. Viel Streit ist ausgefochten. Der Angelpunkt aller Meinungsverschiedenheiten lag in der Beantwortung der Frage, wie dem Walde nachhaltig die größten Erträge bei geringsten Kosten abgefordert werden können.

Das Ziel ist dasselbe, Auffassung der Waldwirtschaft und der Weg zum Ziel war und ist umstritten.

5. Neben den praktisch verwendbaren Grundsätzen der Umtriebsbestimmungen gehen dann noch Worte her, die ihren theoretischen und geschichtlichen Hintergrund haben, mit denen sich aber zahlenmäßig herstellbare Begriffe nicht verbinden lassen.

Dahin ist zu rechnen:

Der physische Umtrieb.

6. Judeich sagt darüber: Dieser Umtrieb stützt sich auf das physische Haubarkeitsalter, läßt sich demnach in zwei Unterarten scheiden:

a) derjenige Umtrieb, welcher für die natürliche Wiederverjüngung einer Holzart unter gewissen Standortsverhältnissen und für bestimmte Betriebssysteme geeignet ist.

Dieser hat erstens Bedeutung für jene Hochwälder, welche unbedingt mit natürlicher Verjüngung behandelt werden müssen, weil er nicht niedriger gewählt werden darf, als bis die Bäume guten und reichlichen Samen zu tragen imstande sind. Je mehr wir im Wirtschaftswalde überhaupt zur künstlichen Verjüngung unsere Zuflucht nehmen müssen, desto weniger maßgebend wird für uns dieser Umtrieb sein können.

Hierzu ist zu bemerken, daß bei der natürlichen Verjüngung die untere Grenze wohl festzustellen ist, die obere Grenze nicht. Sie hat auch nur theoretischen Wert, denn nirgends wird man wohl den Umtrieb so hoch hinaufsetzen wollen, daß die Fähigkeit der Bäume nachläßt, keimfähigen Samen zu bringen.

Zweitens kommt er in Betracht für den Niederwald sowie für das Unterholz im Mittelwalde, weil die Ausschlagskraft der Stöcke im höheren Alter geringer wird und wir bei diesen Betriebsarten auf diese Bestandsbegründung angewiesen sind.

b) derjenige Umtrieb, welcher mit der natürlichen Lebensdauer der Bäume zusammenfällt.

Die natürliche Lebensdauer der Bäume ist ein sehr dehnbarer Begriff, dazu auch für passenden Standort kaum bekannt, auch nicht mehr aus unseren Waldungen herzuleiten, weil sie jenseits der wirtschaftlichen Umtriebszeiten liegt. Außerdem fällt doch hier fort der Begriff des planmäßigen Wirtschaftszieles, ohne den der Umtrieb als solcher nicht bestehen kann.

Der Umtrieb des höchsten Massenertrages.

7. Aus unklaren Gründen ist er auch der ökonomische, ja kurzweg der forstliche genannt. Auch er kann vor der Kritik nicht als verwertbare Größe bestehen, wie sich aus dem folgenden ergibt:

Vom Umtriebe ist bei gegebener Waldfläche die jährlich zum Hiebe kommende Fläche abhängig. Es ist die Schlagfläche $\frac{F}{u}$. Sie fällt mit steigendem Umtriebe.

Vom Umtrieb ist ferner abhängig der Ertrag der Flächeneinheit M_u. Dieser wächst mit steigendem Umtrieb, aber nicht in gleichmäßiger Weise, sondern erst verhältnismäßig rasch, dann in immer mehr verlangsamender Folge, um endlich langsam zu fallen.

Es steht also der fallenden Größe der Schlagfläche eine zunächst steigende gegenüber. Nun soll das Produkt beider ein Maximum sein.

Für den Eintritt des Maximums ist eine Konstante — hier die gegebene Waldfläche F — einflußlos, sie kann also gestrichen werden und wir kommen zu dem Ergebnis, daß das Maximum eintritt, wenn der Wert $\frac{M_u}{u}$, das ist der Durchschnittszuwachs, ein Maximum wird.

8. Wann kulminiert dieser?

Die Ertragstafeln geben die Antwort, daß das verschieden ist, je nachdem man die Gesamtmasse oder nur Derbholz in Rechnung zieht.

Die Gesamtmasse kulminiert im Durchschnittszuwachs früher als das Derbholz allein.

9. Weitere Unterschiede ergeben sich je nach Einbeziehung der Vorerträge. Im allgemeinen schieben sie die Kulmination hinaus, im besonderen aber tritt hervor, daß die Einbeziehung den Umtrieb umsomehr hinausschiebt, je weniger intensiv der Vornutzungsbetrieb in jungen Beständen ist. Setzt er z. B. erst mit dem 40. Jahre ein, so tritt die Kulmination später ein, als bei möglichst frühem Beginn.

Wird nur Derbholz eingerechnet, so ist ein höherer Umtrieb gerechtfertigt und ebenso, wenn der Betrieb spät einsetzt und auch dann sich nur auf Derbholz beschränkt.

Man kann daher sagen, dieser Umtrieb ist derjenige einer wenig intensiven Wirtschaft.

Kiefer, Bonität I. Medium (zu Nr. 9).

Alter	Derbholz	Derb- u. Reisholz	Durchschnittszuwachs Derbholz	Durchschnittszuwachs Derbholz u. Reisig	Durchforstung	Masse i. g.	Durchschnitt	Durchforstung	Masse i. g.	Durchschnitt
25	102	210	4,1	8,4	51	261	10,4	—	—	—
30	155	255	5,2	8,5	78	333	11,1	—	—	—
35	214	297	6,1	8,5	107	404	11,6	—	—	—
40	271	336	6,8	8,4	135	471	11,8	27	363	9,1
45	315	372	7,0	8,3	162	534	11,9	53	425	9,4
50	854	407	7,1	8,1	188	595	11,9	79	486	9,7
55	388	440	7,1	8,0	214	654	11,9	104	544	9,9
60	421	472	7,0	7,9	239	711	11,8	128	600	10,0
65	450	500	6,9	7,7	263	763	11,7	151	651	10,0
70	475	525	6,8	7,5	286	811	11,6	174	699	10,0
75	498	548	6,6	7,3		usw.		196	744	9,9
80	519	569	6,5	7,1				218	787	9,8
85	538	588	6,3	6,9				239	827	9,7
90	556	606	6,2	6,7					usw.	
95	572	622	6,0	6,5						
100	587	637	5,9	6,4						

10. Lange Zeiten hindurch hat man angenommen, daß die höchsten Massenerträge bei hohen Umtrieben erfolgten, weil die Zuwachsuntersuchungen am einzelnen Baum der herrschenden Klasse selbst bei relativ hohem Alter noch nicht die Kulmination des Durchschnittszuwachses ergaben.

Man erkannte nicht, daß zwischen den Zuwachsgesetzen des einzelnen Stammes und denen des Bestandes ein großer Unterschied obwalten muß, der durch die mit steigendem Alter fallende Stammzahl des Bestandes hervorgerufen wird.

Irrtümlich übertrug man das, was für den Baum galt, auf den Bestand.

11. Wenn G. L. Hartig als ein Verfechter dieses Umtriebes angeführt wird, so ist festzustellen, daß er ausdrücklich die Untersuchung am Baume ausgeführt wissen will und die Zahlen, die er angibt, für den Baum gelten.

12. Neuerdings hat Borggreve mit seiner Umtriebsformel wieder angeknüpft an die Kulmination des Durchschnittszuwachses am Einzelstamm.

Seine Formel lautet:

$$\frac{4}{n} A \underset{\text{Erwägung}}{\overset{\text{Schonung}}{\gtreqless}} D.$$

In dem Zeitpunkte, wo $\frac{4}{n} A = D$ ist, kulminiert der Durchschnittszuwachs, wie leicht aus folgendem zu ersehen ist:

Der Durchschnittszuwachs ist $\frac{m}{A}$, der laufende $m \cdot 0{,}0p$.

Wir wissen, daß am Einzelstamm der Durchschnittszuwachs am größten ist, wenn er dem laufenden Zuwachs gleich ist. Für diese Zeit ist also

$$\frac{m}{A} = m \cdot 0{,}0p \text{ oder } \frac{100}{A} = p.$$

Wird p nach der Schneiderschen Formel $\frac{400}{nD}$ eingesetzt, so wird $\frac{1}{A} = \frac{4}{nD}$ und $\frac{4}{n} A = D$.

Solange nun $\frac{4}{n} A > D$ ist, erhöht der laufende Zuwachs noch den durchschnittlichen und der Stamm ist deshalb zu belassen. Der Einschlag ist erst zu erwägen, wenn $\frac{4}{n} A < D$ geworden ist. Das Ergebnis der Erwägung hängt ab von der Größe des Wertzuwachses. Ist dieser noch erheblich, so rechtfertigt sich das Stehenlassen des Baumes.

13. Eigentümlich wirkt es, daß die Formel eine Durchforstung vom schwachen her begünstigt, die Plenter-Durchforstung aber fast ausgeschlossen erscheint.

An der Hand der Formel kommt man zu sehr hohen Umtrieben, zu solchen, die eine Wirtschaft in vollen Beständen bereits erschweren.

Der Wert $\frac{F \cdot m}{u}$ wird so klein, daß die Waldrente dadurch beeinträchtigt wird, denn $\frac{F}{u}$ bleibt in stetem Fall, m aber kommt zum Stillstand, ja schließlich auch ins Sinken.

14. Borggreve gab der Formel 1880 folgendes Programm der Anwendung mit: Formel zur leichten Ermittlung der Minimalgrenze des beim großen forstlichen Nachhaltsbetrieb staatswirtschaftlich allein rationellen Umtriebsalters dauernd und absolut größter Gebrauchswert-Erzeugung auf gegebener Fläche, anwendbar für jede Holzart und jeden Standort.

Praktische Anwendung hat sie bis jetzt wohl kaum gefunden.

15. Zu den Umtrieben dieser Gruppe, die wenig greifbares für die Praxis bringen, ist auch zu rechnen

der technische Umtrieb.

Er ist derjenige, bei welchem der erntereife Holzbestand das für Zwecke der Verwendung geeignetste Material liefert.

Ein solcher Umtrieb ist nach Holzart — man denke an Weide und Nadelholz — verschieden, ferner innerhalb derselben Holzart nach der Betriebsart — man denke an den Eichenschälwald und den

Eichenhochwald — ja er ist auch verschieden, je nachdem zu berücksichtigen sind örtlich begrenzte oder allgemeine Markt- und Absatzverhältnisse.

Örtlich begrenzt kann bald dieses, bald jenes Sortiment, wie z. B. Zellulosehölz, Telegraphenstangen, Grubenholz als geeignetstes Material erscheinen und den Umtrieb bestimmen.

Die allgemeinen Verhältnisse werden zu Umtrieben führen, die eine möglichst vielseitige Verwendung des Holzes gestatten. Solche tritt ein mit wachsender Stärke des Holzes, so jedoch, daß auch hier eine obere Grenze zu verzeichnen ist. Diese Grenze liegt aber so hoch, daß in unserem heutigen Wirtschaftswalde ihr Einfluß nur bei Überhältern sich geltend macht.

16. Nach Rücksichten des örtlich begrenzten Marktes kann sich sehr wohl eine Privatwirtschaft einrichten. Der Staat muß die Forderungen des großen Verkehrs vertreten, die Interessen des ganzen Volkes und kann ein einzelnes Gewerbe nur dann besonders berücksichtigen, wenn dadurch zugleich auch den allgemeinen Interessen gedient ist.

17. Zu beachten ist auch, daß die Forderungen der einzelnen Gewerbe häufigen Schwankungen ausgesetzt sind. Die stetig fortschreitende Entwicklung der technischen Wissenschaften hat einen solchen Einfluß auf die Industrie gewonnen, daß für lange Zeiten abgeschlossene Verträge, von denen beide Teile Vorteile erwarteten, selten nach einigen Jahren hüben und drüben noch als vorteilhaft angesehen werden. Es erscheint daher eine Festsetzung des Umtriebes nach einem so beweglichen Elemente nicht ratsam.

Umtrieb der höchsten Renten.

18. Die folgende Gruppe der Umtriebsbestimmungen ist diejenige, welche in der Praxis am meisten angewendet ist, die auch die höchste Bedeutung hat, trotzdem sie vom Katheder immer mehr von der Reinertragslehre und ihren Varianten abgedrängt wird. Die Gruppe will den Umtrieb so bemessen, daß dabei die *höchsten Renten* dem Walde abgefordert werden.

19. Der Umtrieb der höchsten Masse, wenn er wirklich feststellbar ist, zieht keineswegs die höchsten Geldrenten nach sich,

namentlich da er so kurze Umtriebe berechnet, daß das Holz noch nicht genügend reif ist und daher geringen Wert hat. Wert und Wertszuwachs sind aber in die Berechnung einzuziehen.

Wir wissen, daß der Durchschnittszuwachs nach seiner Kulmination nur langsam fällt, daß aber der Wertszuwachs dann gerade ein recht erheblicher ist und wahrscheinlich für längere Zeit in gradem Verhältnis zur Durchmesserzunahme der Stämme steht.

20. Es ist daher gewiß, daß die theoretisch höchste Waldrente bei einem höheren Umtriebe liegt, als bei dem der höchsten Massen.

Die Untersuchung einerseits der reinen Holzrente, anderseits der Wertsteigerung des erntereifen Holzes bei steigendem Alter und Umtrieb läßt es sogar wahrscheinlich sein, daß ziemlich hohe Umtriebe sich rechtfertigen.

21. Damit wird denn auch eine Forderung der holzverarbeitenden Handwerksbetriebe und der Industrie erfüllt, reifes und dauerhaftes Holz zu liefern in Ausmaßen, welche die vielseitigste Ausnutzung und Verwendung gestatten.

22. Es ist nun Streit darüber entstanden, ob man der höchsten Brutto- oder Nettorente nachwirtschaften soll.

Theoretisch ist ohne jede Frage die höchste Nettorente das richtige Ziel. Die Kulmination beider Renten liegt jedoch so nahe, daß für praktische Zwecke sehr wohl nach der höchsten Bruttorente gewirtschaftet werden darf. Damit werden alle Rechnungen abgekürzt und klarer gestellt.

23. Die Kosten der Wirtschaft für eine bestimmte Betriebsart sind nämlich zum geringsten Teil von der Höhe der Umtriebszeit abhängig.

Völlig unabhängig sind Besoldungen, Dienstaufwands- und Mietsentschädigungen, Unterhaltung der Gebäude, Wege- und Wasserbauten, Betriebseinrichtungen, Grenzerhaltung, Holzverkaufskosten.

Die Werbung des Holzes ist i. a. wohl teurer bei kürzerem Umtriebe und wird um so billiger, je mehr Langnutzholz bei steigendem Umtriebe gewonnen wird.

Die Steuern wachsen hingegen mit dem Umtriebe, weil das jährliche Einkommen wächst.

Die Kulturkosten verringern sich dagegen mit Wachsen des Umtriebes.

24. Faßt man alle diese Punkte zusammen, so wird man zugeben müssen, daß die Kulminationen nicht viel oder gar nicht von einander abweichen können, weil die Unkosten fast oder völlig gleich sind, mag der Umtrieb höher oder niedriger sein.

Verhältnisse, auf die die Waldwirtschaft als solche und der Forstbeamte keinen Einfluß haben und haben können, die von außen herantreten, beherrschen die Höhe der Waldrenten weit mehr, als die in der Wirtschaft selbst liegenden.

Krieg und Frieden, die Lage der Landwirtschaft, der Industrie, des Handels, Preis und Wert des Geldes sind die tatsächlich lenkenden Größen, und zu ihnen gesellt sich die Höhe der Abgaben, die ja in den letzten Jahrzehnten erheblich gewachsen sind durch die Anforderungen der Verwaltungen von Gemeinden, Schulen, Kirchen, von Kreis und Provinz, und durch die Forderungen, die die soziale Gesetzgebung stellt.

25. Alle diese Erwägungen führen uns dahin, die höchste Bruttorente als Ziel der Wirtschaft aufzustellen. Dieses Ziel entspricht am besten dem schwer wandelbaren Charakter der Waldwirtschaft. Geht dann das Bestreben dahin, die Ausgaben auf das erreichbar geringste Maß herabzudrücken, so werden wir wahrscheinlich mit den höchsten Bruttorenten auch die höchsten Nettorenten erwirtschaften.

26. Die Feststellung der höchsten Bruttorente fordert

1. eine Ertragstafel, worin Haupt- und Vorerträge verzeichnet sind,
2. die Kenntnis des Werts, den die Ertragstafelangaben haben,
3. die Berechnung, auf welchen Umtrieb die höchste Rente fällt.

Schwappach hat in dankenswerter Weise für einige Holzarten eine solche Erhebung und Rechnung durchgeführt. Es sei hier auf die Geldertragstafel der Fichte (Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände 1890) besonders hingewiesen und ein Bruchstück mitgeteilt.

Fichte. Bonität I.

Jahre	Erntekostenfreier Wert des Hauptbestandes	der ganzen Vornutzung	Summa	Rente eines 100 ha großen Waldes
30	2 363	74	2 437	8 123
40	5 143	267	5 410	13 525
50	7 976	635	8 611	17 222
60	10 276	1 179	11 455	19 092
70	12 302	1 803	14 105	20 150
80	14 297	2 434	16 731	20 914
90	16 116	3 023	19 130	21 266
100	18 172	3 549	21 721	**21 721**
110	19 740	4 022	23 762	21 617
120	21 329	4 467	25 796	21 497

Der vorteilhafteste Umtrieb würde danach der 100jährige sein.

27. Mit solchen Rechnungen ist theoretisch die Aufgabe erfüllt. Die Lösung aber ergibt in vielen Fällen, namentlich bei Privat- und Kommunalwaldungen, daß die Umtriebszeit für die real vorliegenden Verhältnisse der einzurichtenden Waldungen zu hoch ist. Wir können daher nicht in den Bezug der Rente treten, sondern müssen den Wald vermöge Einsparungen in den Umtrieb hineinwachsen lassen.

Das fordert Opfer, die namentlich in Privat- und Kommunalwaldungen nicht geleistet werden können.

28. Für diese bietet sich der Ausweg, daß sie zwar nicht die absolut höchste Rente erreichen, wohl aber die für die gegebenen Verhältnisse höchste, wenn sie den Umtrieb nach dem vorhandenen Altersklassenverhältnis festsetzen.

Zur Durchführung sei folgendes erwähnt:

Aus der Altersklassentabelle berechnet man das mittlere Alter nach der Formel

$$\frac{f_1 a_1 + f_2 a_2 + f_3 a_3 + \ldots}{f_1 + f_2 + f_3 + \ldots}$$

worin f die Flächen der aufgeführten Bestände und a deren Alter bedeuten.

Das Ergebnis der Rechnung ist mit zwei zu multiplizieren, um den Umtrieb zu erhalten.

29. Die Konsequenz dieses Umtriebes würde sein, daß namentlich bei wenig geordneten Wäldern zumeist sehr erhebliche Unterschiede zwischen Haubarkeitsalter und Umtrieb obwalten können. Sie müssen hingenommen werden, um mit den geringsten Opfern und mit höchsten Übergangsrenten in eine richtige Altersstufenfolge zu kommen.

30. Denken wir uns einen Wald von 100 ha Fichten I. Bonität, der nicht regelmäßig abgestuft ist, sondern nachstehendes Altersklassenverhältnis hat:

10j. = 12 ha	50j. = 10 ha
20j. = 19 „	60j. = 18 „
30j. = 15 „	70j. = 9 „
40j. = 15 „	80j. = 2 „

so ist dessen vorteilhafteste Umtriebszeit = 80 (abgerundet), weil das Altersklassenverhältnis darauf hinweist.

Die absolut höchste Rente ist bei 100jährigem Umtriebe = 21 721 Mk. Ihr Eingang ist aber erst nach Jahren möglich, bis dahin sind geringere Erträge zu beziehen.

Wollte man den 100jährigen Umtrieb erzwingen, so haben wir folgende Rentenbezüge, wenn die volle Flächennutzung des 100jährigen Umtriebes gestattet wird.

1 und 2 Jahr 1 ha aus 80 bezw. 81jährigem Holz,
3—11 Jahr 1 ha aus 72—80jährigem Holz,
12—29 Jahr 1 ha aus 71—89jährigem Holz,

also die Renten	16 731	(80j. Holz)
	16 731 + 241	(81j. Holz)
	14 105 + 2 · 262,6	(72j. Holz)
	14 105 + 3 · 262,6	(73j. Holz)
	14 105 + 4 · 262,6	(74j. Holz)
	14 105 + 5 · 262,6	(75j. Holz)
	14 105 + 6 · 262,6	(76j. Holz)
	14 105 + 7 · 262,6	(77j. Holz)
	14 105 + 8 · 262,6	(78j. Holz)
	14 105 + 9 · 262,6	(79j. Holz)
	16 731	(80j. Holz)
	14 105 + 262,6	(71j. Holz)
	14 105 + 2 · 262,6	(72j. Holz)
	usw.	

Beim 80jährigen Umtriebe dürfen wir 1,25 ha jährlich zum Hiebe bringen. Danach stellt sich der Nutzungsplan folgendermaßen:

1	Jahr	1,25 ha	80 j. Holz.	Gelbertrag	=	20 914	Mk.
2	„	0,75 ha	81 j. Holz.	„	=	12 729	„
	+	0,50 ha	71 j. Holz.	„	=	7 184	„
3	„	1,25 ha	72 j. Holz.	„	=	18 288	„
4	„	1,25 ha	73 j. Holz.	„	=	18 616	„
5	„	1,25 ha	74 j. Holz.	„	=	18 944	„
6	„	1,25 ha	75 j. Holz.	„	=	19 273	„
7	„	1,25 ha	76 j. Holz.	„	=	19 601	„
8	„	1,25 ha	77 j. Holz.	„	=	19 929	„
9	„	1,00 ha	78 j. Holz.	„	=	16 206	„
	+	25 ha	69 j. Holz.	„	=	3 460	„
10	„	1,25 ha	70 j. Holz.	„	=	17 631	„
	u. s. f.						
20	Jahr	1,25 ha	80 j. Holz.	„	=	20 914	„

Die Renten für die nächsten 10 Jahre sind folgende:

	bei 80jährigem U	bei 100jährigem U
1 Jahr	20 914	16 731
2 „	19 913	16 972
3 „	18 288	14 630
4 „	18 616	14 893
5 „	18 944	15 155
6 „	19 273	15 418
7 „	19 601	15 681
8 „	19 929	15 943
9 „	19 666	16 206
10 „	17 631	16 468
Summa	192 775	158 097

Umtriebe nach der Verzinsung.

31. Die bisher behandelten Umtriebe fassen die Renten an und für sich ins Auge, also ohne Rücksicht auf die zum Aufbau der Wirtschaft verbrauchten Kapitalien.

Die jetzt vorzuführenden ziehen auch den Waldwert in Betracht und verlangen eine solche Festsetzung des Umtriebes, daß dabei die in der Wirtschaft steckenden Kapitalien sich zu einem bestimmten Zinsfuße verzinsen.

32. Sind für einen 100 ha großen Wald die Waldwerte in der Normalwirtschaft folgende,

Umtrieb	Waldwert	zugeh. Nettorente	Verzinsung %
70	106000	5400	5,1
75	122000	4522	3,7
80	143000	5000	3,5
85	193000	5782	3,0
90	248000	6438	2,6
95	315000	6930	2,2
100	411000	7400	1,8
110	563000	7315	1,3

so erscheint bei einer verlangten Verzinsung des Kapitals von 3 % der Umtrieb 85 angemessen, ein höherer nicht mehr. Ein solcher kann nur gewählt werden, wenn man sich mit einer Ermäßigung der Verzinsung einverstanden erklärt.

33. Der Begründer der Reinertragsschule, Preßler, faßt nun aber, wie die meisten nachfolgenden Interpreten, G. Heyer, Judeich und die meisten andern Verteidiger den Wald nicht als ein ganzes auf und rechnet nicht wie vorstehend angegeben ist, sondern bezieht die Rechnungen auf den einzelnen Bestand bezw. auf die Flächeneinheit.

Preßler trug seine Lehre erstmalig in dem 1858/59 erschienenen „Rationellen Waldwirt" vor.

Er gab darin die Regel, den Betrieb im Punkte der Ernte nach jenem Umtriebe einzurichten, der dem höchsten Jahresertrage der Flächeneinheit entspricht.

34. Preßler ermittelte diesen Ertrag so, daß er die Ausgaben und die vor der Hiebsreife erfolgenden Einkünfte auf den Zeitpunkt u berechnete und ihnen den Abtriebsertrag hinzufügte. Der so erhaltene Wert ist ein Kapital, das den Endwert einer gleichmäßigen Rente von der Dauer u darstellt.

Teilt man das Kapital durch den zugehörigen Rentenendwertsfaktor, so erhält man die Rente selbst.

Das ist der Ausgangspunkt der Lehre gewesen.

35. Preßler hat dann in dem Streite über die Lehre diese selbst fortgebildet und die Anwendung für die Praxis zu vereinfachen gesucht.

Bezeichnet man in einem gegebenen Alter den erntekostenfreien Holzwert mit H, berechnet das Kapital für Bodenwert und das für Verwaltung und Steuern, nennt diese drei Kapitalien zusammen das Grundkapital G, so hat der Bestand zu verzinsen in dem nächsten Jahre den Wert:

$$H + G.$$

Nennen wir das Verzinsungsprozent dieser Größe w, so erhalten wir den Zinsbetrag als $(H + G)\,w$.

Befinden sich die Holzpreise in Ruhe, mit anderem Wort sind sie von Jahr zu Jahr gleich, so arbeitet der Bestand an der Erfüllung dieser Größe mit seinem Massenzuwachsprozent a und seinem Wertszuwachsprozent b.

Die Leistung ist also $H\,(a + b)$.

Sind die Holzpreise nicht in Ruhe, so tritt noch der sogenannte Teuerungszuwachs im Prozent hinzu, der je nach Steigen oder Fall der Preise positiv oder negativ ist.

Die Leistung wird dann $H\,(a + b + c)$.

Bei Gleichgewicht von Forderung und Leistung haben wir die Gleichung: $(H + G)\,w = H\,(a + b + c)$

$$w = \frac{H}{H + G}\,(a + b + c).$$

Das ist Preßlers Weiserprozentformel.

36. Wir können also durch Feststellung der Größen auf der rechten Seite berechnen, wie hoch ein Bestand die in ihm steckenden Werte verzinst.

Stellen wir nun die Forderung auf, daß die Werte sich mindestens mit p Prozent verzinsen müssen, so ist ein Bestand wirtschaftlich haubar und forstlich reif, wenn durch keinerlei Zuwachspflege das Sinken des Weiserprozents unter das Wirtschaftsprozent p aufzuhalten ist.

37. Preßler hat für den praktischen Gebrauch die Formel noch anders gegeben. Er dividiert Zähler und Nenner des Bruchs $\frac{H}{H + G}$ durch G und setzt $\frac{H}{G} = r$, dann erhalten wir:

$$w = \frac{r}{r + 1}\,(a + b + c).$$

Aus dieser Form ist ersichtlich, daß in dem Bruch der Nenner immer um 1 größer ist als der Zähler, daß w also immer kleiner ist, als die Summe von a + b + c.

Je kleiner das Grundkapital G im Verhältnis zu H ist, um so mehr wächst r, und je größer r ist, umsomehr nähert sich das Weiserprozent der Summe a + b + c. Dieses Ziel wird erreicht, je mehr die Forderung erfüllt wird: Erziehe mit kleinstem Grundkapitale den wertvollsten Bestand.

Beispiel r = 6, danach ist:

$$w = \frac{6}{7} (a + b + c).$$

Ist w = 3, so muß der Bestand ein a + b + c von 3,5 haben. Ist r = 20, bleibt w = 3, so muß der Bestand ein a + b + c aufbringen von 3,15.

38. Wesentliche Bedeutung für die ganze Rechnung und Feststellung des Umtriebes hat die Festsetzung des Wirtschaftszinsfußes p.

Im Jahre 1859 forderte Preßler als Grundlage das Prozent der mündelmäßigen Hypothek. Er nahm es im Anfang zu 4 % an und gestand dem Staate zu, daß er mit $3^1/_2$ % sich begnügen dürfe. Eine größere Abänderung würde dagegen von neuem eine Wirtschaft begründen, die große finanzielle Verluste einschließe. Schon im Jahre 1865 gab er aber zu: beim größeren Waldbau ist der Betriebszinsfuß auf zirka $3^1/_2$ und jedenfalls in der Regel (wörtlich) nicht unter 3 herabzusetzen.

39. Dann ist man mit der Forderung allgemein auf 3 % herabgegangen, ja gibt noch weitere Ermäßigungen zu.

Mit diesem Herabgehen der zu fordernden Verzinsung ist dem ganzen Streit um die Reinertragslehre die Schärfe genommen. Sie bestand darin, daß unsere üblichen Umtriebe eine Verlustwirtschaft bedeuten sollten. Dagegen stand die Praxis wie ein Mann auf und mit Recht.

Nachdem uns aber an der Hand der Rechnungen gezeigt wird, daß bei einem Wirtschaftszinsfuß von $2^1/_2$ % selbst auf den geringsten Böden eine Umtriebszeit von 80—100 Jahren in Kiefern

möglich ist und die besseren Böden selbst im 120jährigen Umtriebe „ganz anständige" Renten liefern, kann man sich über die Reinertragslehre beruhigen.

Sie hat selbst sich bemüht, sich der Wirtschaft, wie sie nun einmal aus inneren Gründen betrieben werden muß, anzupassen.

40. Dieselben Ziele wie Preßler, aber eine andere Rechnungsmethode verfolgt die Festsetzung des Umtriebes nach dem höchsten Bodenerwartungswerte. Auch hier beziehen sich die Rechnungen auf die Flächenheit und wir wählen den Umtrieb, der bei Buchung aller von der Flächeneinheit aufkommenden Erträge und ihr anzurechnenden Kosten, unter Anrechnung von Zins und Zinseszins, den höchsten Reinertrag gewährt.

41. Wir berechnen zunächst die Werte für den ersten Umtrieb auf dessen Ende. Das Ergebnis stellt den Betrag einer ewigen Rente dar, die zum ersten Male nach u Jahren eingeht uud dann in Zwischenräumen von u Jahren.

Die Wirtschaft beginnt mit Anbau der Fläche also mit Ausgabe der Kulturkosten c.

Die Kosten für Verwaltung v und Steuern s werden als jährlich gleichmäßige Ausgabe aufgefaßt.

Die Einnahmen stammen aus den Vorerträgen D_a, D_b usw. und dem Haubarkeitsertrage am Schlusse der Umtriebszeit, H_u.

Die Einnahmen sind im Zeitpunkt u wert:

$$D_a \cdot 1{,}0p^{(u-a)} + D_b \cdot 1{,}0p^{(u-b)} + \ldots\ldots + H_u.$$

Die Kosten:

$$c \cdot 1{,}0p^u + (v+s) \cdot \frac{1{,}0p^u - 1}{0{,}0p}.$$

Ordnet man die Werte etwas anders, so erhalten wir als Reinertrag des ersten Umtriebes für den Schluß desselben

$$H_u + D_a\, 1{,}0p^{(u-a)} + D_b\, 1{,}0p^{(u-b)} + \ldots\ldots - \left(c \cdot 1{,}0p^u + (v+s)\, \frac{1{,}0p^u - 1}{0{,}0p}\right).$$

Dieser Betrag geht also, wenn wir uns an den Anfang der Wirtschaft versetzt denken, zum ersten Male nach u Jahren ein und von da in Zwischenräumen von u Jahren.

Sein Wert ist also jetzt:

$$\frac{1}{1{,}0p^u - 1}\left(H_u + D_a\,1{,}0p^{(u-a)} + D_b\,1{,}0p^{(u-b)} + \ldots - c\,1{,}0p^u - (v + s)\,\frac{1{,}0p^n - 1}{0{,}0p}\right)$$

oder anders geschrieben

$$\frac{H_u + D_a\,1{,}0p^{(u-a)} + D_b\,1{,}0p^{(u-b)} + \ldots\ldots - c\,1{,}0p^u}{1{,}0p^u - 1} - \frac{v + s}{0{,}0p}.$$

42. Die Formel ergibt sich, sobald man die obengestellte Aufgabe lösen will. Nach ihr ist denn auch schon gerechnet, seitdem und so oft man sich mit solchen Dingen beschäftigte.

Ihren Namen hat sie nach Faustmann erhalten und sie geht jetzt als Faustmannsche Formel für Bodenerwartungswert.

43. Gustav Heyer nahm die Rechnungsmethode ebenfalls auf und indem er die Forderung aufstellte, daß der Umtrieb bei gegebenem p nach dem höchsten Werte der Rechnung festgesetzt werden solle, gab er der Formel eine erhöhte Bedeutung.

Über den Eintritt der finanziellen Umtriebszeit gibt G. Heyer in seinem Handbuch der forstlichen Statik S. 44 folgende Aufschlüsse:

Größe und Eingang der Nutzungen: Weniger durch zeitigere Vornahme der Zwischen- und Nebennutzungen, als durch Einlegen von solchen Nutzungen, welche bisher noch nicht stattgefunden haben, „kann der Eintritt der finanziellen Umtriebszeit beschleunigt werden.“ Die vielfach verbreitete Ansicht, daß man durch intensiven Vornutzungsbetrieb die finanzielle Umtriebszeit erhöht, ist also eine irrtümliche.

Größe der Produktionskosten. Die jährlichen Kosten üben keinen oder nur sehr geringen Einfluß aus, weil sie für alle Umtriebszeiten fast gleich sind. „Eher schon die Kulturkosten; eine Erhöhung derselben schiebt den Eintritt der finanziellen Umtriebszeit weiter hinaus und umgekehrt.“ Wenn die Änderungen auch nicht bedeutend sind, so ist auch hier die gegenteilige Annahme weit verbreitet, daß also geringe Kulturkosten die Kulmination hinausschieben. Das ist eine irrtümliche Annahme.

Höhe des Zinsfußes hat den größten Einfluß auf die Kulmination des Bodenerwartungswertes „und zwar fällt durch

Verminderung desselben die Kulmination auf einen späteren Zeitpunkt und umgekehrt."

Preise der Forstprodukte. Eine im voraus berechnete Umtriebszeit wird für die Folge nur dann konstant bleiben, wenn die Preise der Sortimente sich nicht einseitig ändern. Um daher festzustellen, ob eine bestehende Umtriebszeit beizubehalten oder zu ändern sei, „müssen die zukünftigen Holzpreise ermittelt werden." „Den einzigen sicheren Anhaltspunkt" bietet das Gesetz dar, nach dem der Holzpreis in den letzten Jahren sich änderte.

44. Die Auffassung, daß die Differenz zwischen Jetztwert aller Einnahmen und aller Ausgaben Bodenwert sei, beruht auf einem Irrtum, der am besten durch die Rechnungsergebnisse beleuchtet wird.

G. Heyer für 1 ha Kiefernwald bei 3 %. Bodenwert:

30 jähriger Umtrieb	20,8 Taler	70 jähriger Umtrieb	120,8 Taler
40 „ „	58,1 „	80 „ „	106,0 „
50 „ „	92,4 „	90 „ „	89,3 „
60 „ „	113,8 „	100 „ „	67,7 „

Schwappach. Kiefer bei 3 %.

Bonität	I	II	III	IV	V
80 jähriger Umtrieb	608	416	230	97	—47 Mk.
100 „ „	442	287	144	1	—111 „
120 „ „	304	194	78	—46	

Schwappach. Fichte bei 3 %.

Bonität	I	II	III	IV	V
40 jähriger Umtrieb	2069	997	406	26	—163
60 „ „	2104	1276	576	220	— 29
80 „ „	1616	1044	562	241	— 1
100 „ „	1177	752	399	127	— 39
120 „ „	835	514	259	78	

Stötzer. Bodenwert für Fichte. II. Bonität. 80jähr. Umtrieb.
bei 3 % . . . . 787 Mk.,
bei 2 „ . . . . 2179 „

Für Fichte. V. Bonität. 80jähriger Umtrieb.
bei 3 % . . . . 131 Mk.

Buche. II. Bonität. 110jähriger Umtrieb.
bei 3 % . . . . 148 Mk.

Kiefer. III. Bonität. 90jähriger Umtrieb.
bei 3 % . . . . 174 Mk.

Eichenniederwald. III. Bonität. 15jähriger Umtrieb.
bei 3 % . . . . 405 Mk.

45. Das Ergebnis der Rechnung ist Bodenwert und Unternehmergewinn. Die Formel gibt aber kein Mittel an die Hand beide Werte zu trennen.

Wo und unter welchen Verhältnissen ist der Bodenwert in Deutschland eine negative Größe, wie es an der Hand der Faustmannschen Formel bei 3 % Zinsforderung unter Umständen herausgerechnet wird?

Wo bezahlt oder bewertet man 1 ha Eichenschälwald III. Bonität mit 405 Mk.?

Man denke sich einen Kiefernwald IV. Standortsgüte, 120 ha groß mit 120jährigem Umtriebe und mit Erträgen, wie sie Schwappach angibt, normal abgestuft mit je 1 ha für jede Altersstufe. Dann soll der Boden selbst geschenkt noch zu teuer sein.

Nein, nicht der Boden hat einen negativen Wert, sondern die Bestände bringen die ihnen zugeschriebenen Lasten nicht mehr auf. Da steckt der Verlust.

46. Hauen wir die Bestände von 81. bis 120. Jahr und führen die Waldwirtschaft auf dem Reste der Fläche mit 80jährigem Umtrieb weiter, dann haben wir damit nach den Konsequenzen der Lehre einen Wald geschaffen(?), der 97 Mk. Bodenwert hat. Erklären wir auch, daß tatsächlich jetzt im 80jährigen Umtrieb gewirtschaftet werden soll, so genügt das, um den Wert von — 46 auf + 96 Mk. pro ha zu heben.

Den Wert der abgetriebenen 81—120jährigen Bestände dürfen wir außerdem noch in die Tasche stecken.

Wie kann lediglich durch die Herausziehung eines Wertes der Wert des Restes gehoben werden?

Bestands- und Waldwirtschaft.

47. Die Preßlersche Lehre ließ den Wald zerfallen in eine Folge von aneinander gereihten Beständen. Von jedem einzelnen Bestande wird die Verzinsung gefordert. Solche Bestands-wirtschaft — wie sie denn auch genannt wurde — ist ihrem inneren Wesen nach verschieden von der Waldwirtschaft.

48. Der Wald stellt sich als ein festes Gefüge von Beständen dar, das in sich richtig abgestuft sein muß. Diese Abstufung muß erforderlichenfalls mit Opfern erreicht werden, dafür erhalten wir aber auch Vorteile.

Am besten läßt sich das zeigen für Aufforstungsgebiete.

Die Preßlersche Rechnung gibt uns den finanziellen Umtrieb, zugleich lehrt sie aber auch, daß jede Abweichung unvorteilhaft ist. Rechnungsmäßig vorteilhafteste Wirtschaft bringt daher für diesen Wald nur der aussetzende Betrieb. Es soll kein Bestand vor dem Jahre u gehauen werden, keiner jenseits dieses Alters.

Es folgt daraus, daß in der Reihenfolge, wie die Kulturen angelegt wurden, so auch der Hieb erfolgt. Wir kommen in kein gesundes Altersklassenverhältnis hinein. Die Waldbesitzer müssen auf Eingang regelmäßig fließender Renten verzichten, wenn sie prinzipientreu nach der Reinertragslehre wirtschaften wollen.

49. Der Wald als ganzes aufgefaßt gestattet aber früheren Beginn des Rentenbezuges.

Haben wir den finanziellen Umtrieb auf 80 Jahre berechnet und ist die Fläche gleichmäßig und gleichzeitig angebaut, so ergibt das Altersklassenverhältnis, daß schon mit etwa 40 Jahren die Bedingungen für das Einsetzen des Betriebes nach den Grundsätzen des 80jährigen Umtriebes erfüllt sind.

Schon Carl Heyer lehrte, daß man dann die volle Holzrente des 80jährigen Umtriebes beziehen könne und daß die richtige Altersstufenfolge sich von selbst herstelle. Um zu zeigen, daß tatsächlich die richtige Altersabstufung Folge der richtigen Abnutzung ist, wollen wir ein ganz einfaches Beispiel nehmen, wie es bei Weise: Taxation der Privat- und Kommunalforsten gegeben ist.

Ein Stück Land von 6 ha wird aufgeforstet. Die Kultur gelingt. Man beschließt 60jährigen Umtrieb im aussetzenden Betriebe, um es einfach zu gestalten, in 30jährigen Zwischenräumen.

Nehmen wir nun weiter an, daß der Zuwachs jährlich mit 10 pro Flächeneinheit ermittelt ist, so haben wir folgendem normalen Zustande zuzusteuern, der für den Zeitpunkt kurz vor dem Hiebe gilt.

1. Schlag	60jährig	mit	3 ha	Größe;	Vorrat	=	1800
2. „	30 „	„	3 „	„	„	=	900
		Sa.	6 ha		Vorrat	=	2700.

Diesen Vorrat liefert der Bestand bei dem unterstellten Zuwachs im 45. Jahre; mit diesem Zeitpunkte kann daher auch mit dem Hiebe begonnen werden.

Der Etat ist gleich dem normalen Vorrate des ältesten Schlages, im Normalwalde also gleich 1800.

Der erste Hieb nimmt

4 ha à 450 = 1800,

es bleiben 2 ha à 450.

Der zweite Hieb findet vor

	2 ha	jetzt	75jährig	à 750	= 1500
	4 „	„	30 „	à 300	= 1200
Sa.	6 ha				= 2700

Gehauen werden

	2 ha	jetzt	75jährig	à 750	= 1500
	1 „	„	30 „	à 300	= 900
in Sa.	3 ha				= 1800

Es bleiben 3 ha jetzt 30jährig.

Der dritte Hieb findet vor seinem Beginn

	3 ha	jetzt	60jährig	à 600	= 1800
	3 „	„	30 „	à 300	= 900
in Sa.	6 ha				= 2700

Der normale Zustand ist hergestellt. Gehauen werden 3 ha jetzt 60jähriges Holz.

Hier konnte also der Hieb bereits im 45. Jahre unbeschadet der Nachhaltigkeit und der Ordnung im Walde beginnen.

Vermehren wir die Zahl der Hauungen durch Verkürzung der Intervalle, so ergibt sich, daß, je mehr wir uns dem jährlichen Betriebe nähern, um so früher begonnen werden kann, beim jährlichen am frühesten, nämlich ungefähr mit der halben Umtriebszeit.

Die Konsequenz des Heyerschen Satzes möchte ich folgendermaßen aussprechen:

Bei neu angelegten Wäldern, in denen ein normales Altersklassenverhältnis noch nicht existiert, vielmehr jüngere Orte in zu reichem Maße vorhanden sind, fällt es nicht aus dem Rahmen der Nachhaltigkeit, wenn man

1. früher mit dem Hiebe beginnt, als Holz vom Umtriebsalter vorhanden ist,
2. die Flächennutzung, auch wenn höhere Umtriebe beabsichtigt sind, zunächst einem niedrigeren entsprechend hält.

50. Eine Aufforstungsfläche von 80 ha Größe im Jahre 1900 kultiviert, gestattet nach der Bestandswirtschaft den Abtrieb 1980, fordert ihn dann auch.

Ein Wald unter gleichen Bedingungen hergestellt, gestattet mit 1940 den Bezug der Holzrente des 80jährigen Umtriebes.

Nach den Grundsätzen der Reinertragsschule ist das eine Verlustwirtschaft. Und doch wird in der Wirklichkeit jeder sie wählen.

51. Neuerdings hat Dr. Martin und zwar in dem Werke „Die Folgerungen der Reinertragstheorie“ für Feststellung des Umtriebes die Formel benutzt:

$$H_u + D - (nv\ 0{,}0p + c)$$

in Worten folgendes: Der Geldrente eines Waldes sind abzuziehen die Zinsen des im Normalvorrat aufgespeicherten Wertes und die Kulturkosten. Der Überschuß gilt als Bodenrente.

Martin faßt den Wald als ganzes auf.

Variiert man u, so ergibt die Rechnung verschiedene Beträge.

Fordert man 3 % Verzinsung, so kommt man zu niedrigen Umtrieben, die wirtschaftlich nicht wünschenswert sind. Martin läßt daher die Zinsforderung mit steigendem Umtrieb unter 3 % sinken und macht damit bei 2 % halt. Das Sinken des Zins-

fußes rechtfertigt Martin damit, daß höhere Umtriebszeiten einen höheren Grad von Sicherheit und Stetigkeit der Kapitalleistung zur Voraussetzung haben.

Schlußwort.

52. Es sei endlich noch hervorgehoben, daß die Umtriebsbestimmung in der Praxis wohl niemals lediglich nach einem Gesichtspunkte festgestellt wird, also lediglich nach der Verzinsung, der höchsten Bruttorente oder dem tatsächlich bestehenden Altersklassenverhältnis.

Die Feststellung der Umtriebszeit ist Ergebnis aller auf die Wirtschaft wirkenden Einflüsse, wobei je nach der besonderen Lage der Dinge bald dem einen oder anderen Umstande besonderes Gewicht beigelegt wird.

Waldbauliche Fragen spielen hinein, wie Durchführung der natürlichen Verjüngung, Durchforstungsbetrieb, Erhaltung der Bodenkraft. Fragen des Forstschutzes können bestimmend wirken. Man denke an Windbruch, Schneebruch, Insekten und Pilze. Die Ausnutzung des Holzes spielt stets eine bedeutende Rolle.

Die Festlegung des gewählten Umtriebes drückt dem aufzustellenden Betriebsplane ein Gepräge auf, das leicht zur Schablone sich ausgestaltet und damit gerade in der Praxis zum Hindernis wird für eine standortsgemäße Bewirtschaftung der einzelnen Bestände.

Wir haben Standorte, auf denen das Holz einen hohen Umtrieb nicht verträgt, weil es frühzeitig, sei es im Wurzelwerk, sei es im unteren Teile des Stammes, faul wird. Es möge nur erinnert werden an die Aufforstungen auf altem Ackerland. Wie lange dort und auch auf anderen Standorten Fichten so gesund bleiben, daß der Bestandesschluß nicht durchlöchert wird, kann allgemein nicht beantwortet werden, ja meist nicht einmal für ein Revier und doch ist gerade das von der höchsten Bedeutung. Denn wer den richtigen Zeitpunkt der Ernte versäumt, setzt dem Massenzuwachs entgegen einen negativen Wertzuwachs, der zu einer Verlustwirtschaft führt. Anderseits haben wir Fichtenbestände, die bis in ein hohes Alter hinein gesund und geschlossen bleiben. Schweren Verlust würde es einschließen, wenn wir deren Haubarkeit in die Umtriebsschablone

einzwängen wollten. Hier gilt Beobachtung und wenn nötig ein Abgehen von der Betriebsvorschrift. Sobald der Windwurf wiederholt Rotfäule aufdeckt, und in dieser Beziehung ist er uns als Wegweiser von Nutzen, so ist der Bestand hiebsreif. Steht ein solcher Bestand in einer späteren Periode, so muß er dennoch vorgezogen werden und zwar bald, weil das Fortschreiten der Rotfäule rasch vorwärts geht. Daran ändert kein System der Umtriebsbestimmung etwas.

Auch die Kiefer zeigt den Eintritt des hiebsnotwendigen Alters bald früher bald später. Ein 30jähriger Bestand kann alt sein, ein 130jähriger noch hohen Wertzuwachs bringen und deshalb nicht hiebsreif sein.

Ein Umtrieb der höchsten Massen, obwohl er ja noch immer seine Vertreter findet, würde allgemein durchgeführt schlimmer für unseren heutigen Wald sein, als die grundsätzliche Einführung der finanziellen Umtriebszeit. Denn unwiderleglich ergibt die Forschung, daß die Kulmination des Durchschnittszuwachses früh eintritt, in einem Alter, wo das Holz noch nicht reif ist und es eine vielseitige Verwendung noch nicht gestattet.

Wer rücksichtslos die auf dem Papier ausgerechnete absolut höchste Waldrente als Wirtschaftsziel einsetzt, kann fast unerschwingliche Opfer von dem Waldeigentümer fordern und damit ein Feind werden aller neuen Waldanlagen. Der Wald, nach diesem Grundsatz eingerichtet, liefert, zumal wenn hohe Einsparungen nötig sind, zu wenig Masse. Der Mehrbedarf muß dann vielleicht durch vermehrte Einfuhr gedeckt werden.

Die Reinertragslehre hätte die Gemüter der Forstleute in keiner Weise erregt, wenn sie nicht mit der Forderung landläufiger Verzinsung und später von 3 % die Hiebsreife aller nach forstmännischen Begriffen alten Bestände, die gerade den Stolz des deutschen Waldes bilden, herausgerechnet hätte. Wie unangenehm dieses Ergebnis den Anhängern der Lehre selbst war, sehen wir an dem jahrzehntelangen Bemühen, höhere Umtriebe zu rechtfertigen. Gibt es nicht zu denken, daß keine Forstverwaltung eines deutschen Staates die Lehre vom finanziellen Umtrieb annahm mit allen ihren Konsequenzen, sondern im wesentlichen bei den bisherigen

Wirtschaftsgrundsätzen blieb? Hat doch selbst Sachsen nur einen sehr vorsichtigen Gebrauch von den Grundsätzen der Lehre gemacht. Sachsen ist darin gerade soweit gegangen, wie es eine vernünftige Wirtschaftspolitik forderte. In Preußen galt seit langen Zeiten der Grundsatz: schlechte Bestände werden soweit nur irgend möglich ist, in die erste Periode gesetzt. Sie wurden also für hiebsreif erklärt. In Sachsen stellte man sie in die Reihe der Hiebsnotwendigkeiten oder unter die zweifelhaft zu beurteilenden, unter Umständen entschied dann eine Rechnung, ob sie nach ihrem Zuwachs tatsächlich hiebsreif waren. Das Ziel war das gleiche, nur der Weg zum Ziele verschieden. Preußen hat fast ein Jahrhundert gesunder Wirtschaftspolitik hinter sich, und das ist dem Staatswalde in hervorragender Weise zugute gekommen. Darauf beruhen die steigenden Materialrenten der Gegenwart.

In Preußen hat die Reinertragslehre nur beim Privat- und Kommunalbesitz Eingang gefunden. Das Maß der Anwendungen geht wohl parallel dem Geldbedürfnis und dessen Dringlichkeit, eine Erscheinung, die gerade nicht als eine erfreuliche anzusehen ist.

Die Reinertragslehre konnte theoretisch in den Vordergrund treten, weil für sie der klare und durchsichtige Aufbau sprach und spricht, wenn die Vordersätze zugegeben werden. Darin war und ist sie unleugbar im Vorteil.

Auch die Festlegung des Umtriebes nach dem vorhandenen Altersklassenverhältnis hat, wie zugegeben werden muß, ihre Schwächen, die namentlich bei reichem Vorrat von Jungbeständen oder solchem von hiebsreifen Althölzern hervortreten. Die Ergebnisse der Rechnung sind dann ohne Abänderung nicht verwendbar.

Die Bestimmung des Umtriebes kann also nicht nach einseitigen Grundsätzen erfolgen, sondern hat hervorzugehen aus den vielseitigsten Erwägungen und Rücksichten. Bald wird das eine, bald das andere Prinzip in den Vordergrund treten. Das erschwert leider das Verständnis für die Lösung gegebener Aufgaben, aber berechtigt keineswegs zu der in neuester Zeit kund gewordenen Ansicht: Der Umtrieb werde nach Gefühl bestimmt.

Das Ziel möge in folgender Weise gesteckt werden: Der Wald soll die nach den vorliegenden Verhältnissen mögliche höchste Rente geben. Das wird erreicht, wenn man den ersten Anhalt für Festsetzung des Umtriebes dem Altersklassenverhältnis entnimmt. Dabei soll der Wald reifes und gesundes Holz liefern in verhältnismäßig möglichst großen Mengen. Ein Mittel, um dieser Forderung zu genügen, liegt darin, daß man die Bestände auf ihren Zuwachs befragt und zuwachsfaule rechtzeitig haut, wenn nicht andere Gründe — richtige Hiebsfolge und dergleichen — es verbieten.

Die Bestimmung des Umtriebes ist in hervorragendem Maße eine Frage der Praxis, in weit geringerem eine solche der Theorie.

Fünftes Buch.

Die Einteilung des Waldes im Dienste der Ertragsregelung.

1. Das Revier wird eingeteilt in Schutzbezirke, Blöcke, Betriebsklassen, Hiebszüge, Abteilungen I. und II. Ordnung, Schläge.

2. Ein Forstschutzbezirk soll so groß bemessen sein, daß der Beamte in ihm und durch ihn volle Beschäftigung findet. Das wird verschieden sein je nach der Geschlossenheit des Areals, nach seiner Begrenzung, Höhenausformung, nach Wohlhabenheit der Bevölkerung, nach Betriebsart, nach Absatzverhältnissen.

3. Die Fläche eines Schutzbezirks bildet einen oder mehrere Blöcke. Ein Block ist ein in sich geschlossenes und für sich bestehendes Wirtschaftsganzes. Die Selbständigkeit soll soweit gehen, daß der Block jederzeit aus dem technischen Verbande losgelöst werden kann. Für die Zerlegung der Blöcke sind namentlich maßgebend: Absatz- und Verkehrsverhältnisse, Holzart, Betriebsart, Servituten.

4. Die Blöcke sind gegliedert
innerlich: nach Betriebsklassen, Hiebszügen, Schlägen,
äußerlich: „ Abteilungen erster Ordnung (Jagen, Distrikt),
„ „ Abteilungen zweiter Ordnung.

5. Die innere Gliederung. Die Blöcke bestehen aus einer Betriebsklasse oder enthalten deren mehrere. Unter einer Betriebsklasse wird die einmalige Reihe der Schläge von der Kultur bis zur Haubarkeit verstanden.

6. Die Betriebsklasse zerfällt in Hiebszüge. Ein Hiebszug besteht aus einer Reihe von Jahresschlägen, die so genutzt werden können, daß eine nach den Regeln und Rücksichten des Forstschutzes zweckmäßige Aneinanderreihung der jungen Bestände erreicht wird.

Die Jahresschläge eines Hiebszuges sollen womöglich nicht den Kalenderjahren nach aufeinander folgen, sondern so, daß erst an die gesicherte Kultur der neue Schlag sich anreiht. Das bedingt an und für sich eine Trennung der Betriebsklasse in eine Anzahl von Hiebszügen.

7. Die äußere Gliederung. Der Block zerfällt hiernach in Abteilungen erster Ordnung oder Wirtschaftsfiguren, das sind in Preußen

Jagen, von Schneißen begrenzte Rechtecke oder Quadrate, Distrikte, Figuren verschiedenster Form, die von der Natur gegebene Linien neben künstlichen zur Abgrenzung benutzen. Die Jageneinteilung ist zweckmäßig nur da, wo das Schneißennetz auch für die Wegenetzlegung benutzbar ist, das ist im Flachlande und auf Hochebenen der Fall.

8. Die Größe einer Figur ist bei den alten Quadrat-Jagen ca. 220 Morgen = rot 55 ha, bei den neueren Rechtecks-Jagen die Hälfte, bei den Distrikten sehr verschieden. Im allgemeinen ist man von sehr großen Wirtschaftsfiguren abgekommen, weil der Betrieb in ihnen nicht beweglich genug sich ausgestalten konnte.

Die Größe ist insofern von der Betriebsart abhängig, als Kahlschlagbetrieb kleinere Figuren ermöglicht als die natürliche Verjüngung, bei der stets eine Reihe von Jahresschlägen gemeinsam in Angriff genommen wird.

9. Gleichmäßigkeit der Bodenausformung, des Standorts, führt zu größeren Figuren. In den Jagen und Distrikten wird eine einheitliche Wirtschaft angeordnet bezw. angebahnt. Sie sollen in der Regel innerhalb einer Wirtschaftsperiode zum Hiebe gelangen.

Die Abteilungen erster Ordnung geben den festen Rahmen für den Wirtschaftsbetrieb und für den Aufbau des Betriebsplanes.

10. Ihre Abgrenzungen dienen dem Forstschutz (Sicherung gegen Feuer, Insekten, Wind), der Holzabfuhr und dem Verkehr, indem sie sich an das Wegenetz anlegen, der Jagd, indem sie Anstellungslinien für Jäger und Treibwehr bieten.

11. Als Trennungslinien erster Ordnung, d. h. solche, die unbedingt gelten müssen, treten bei der Einteilung hervor: Eisenbahnen, Chausseen, Flußläufe, scharf hervortretende Wasserscheiden.

Linien zweiter Ordnung, d. h. solche, die nur in seltenen Ausnahmen einmal vernachlässigt werden dürfen, sind: Servitutgrenzen, ausgebaute Abfuhrwege, scharf ausgeprägte Standortsgrenzen, Bäche, Verschiedenheiten in den Betriebsarten.

Linien dritter Ordnung, d. h. solche, die zweckmäßig zu Grenzen verwendet werden: Standortsgrenzen, Holzartengrenzen, alle Wegenetzlinien, Waldeisenbahnen, Schlitten-, Schleif- und Kiesbahnen, bisher benutzte Linien.

12. Der Entwurf und Ausbau eines Wegenetzes unter Festhaltung dieser Gesichtspunkte erhält für die Einteilung eines Reviers eine fundamentale Bedeutung. Wenn die Einteilung eines Reviers nach Maßgabe der genannten Linien geschehen ist, wird verhältnismäßig wenig noch hinzuzufügen sein.

Dabei ist die Frage zu entscheiden: Soll die Ergänzung durch das Jagen- oder Distriktsystem geschehen?

Bei der Jageneinteilung wird vor allen Dingen die Richtung der Schneißen wichtig. Die Hauptgestelle laufen am besten (Denzin) von S. O. nach N. W.

N
W O
S

Die Feuergestelle senkrecht darauf von SW. nach NO.

Hierbei können die Schläge allerdings am leichtesten in richtiger Weise gegen die herrschende Sturmrichtung S. W. geführt werden.

In Preußen lauten die Leitsätze nach dem v. Hagen-Donnerschen Werke:

In der Regel ist für die Jageneinteilung die Form längerer Rechtecke zu wählen, deren Längsseiten die doppelte Länge der Querseiten haben und ungefähr in der Richtung der Nordlinie laufen. Die Schneißen (Gestelle), welche die Längsseiten bilden, heißen Feuergestelle und werden mit den Buchstaben a. b. c. usw. von O. nach W. vorschreitend bezeichnet, die anderen Hauptgestelle, welche mit A. B. C. usw. von Süd nach Nord vorschreitend zu bezeichnen sind.

Die Distriktseinteilung folgt der Ausformung des Geländes und nimmt die gerade Schneiße dabei zu Hilfe.

13. Zur Orientierung des Publikums faßt man Jagen und Distrikte zu Waldorten zusammen und gibt ihnen Namen, wenn sie vom Volksmund noch nicht benannt sind.

14. In solchen Jagen und Distrikten, in denen eine einheitliche Behandlung wegen Verschiedenheiten des Standorts, des Bestandsalters, der Holzart überhaupt oder z. B. nicht eintreten kann, die vorhandenen Ungleichartigkeiten aber zum buch- und kartenmäßigen Ausdruck kommen sollen, wird eine Ausscheidung von Abteilungen zweiter Ordnung vorgenommen. Man nennt sie in Preußen kurzweg Abteilungen.

15. Die Abteilungen sollen nicht zu klein sein und wirtschaftliche Form haben. Sie sind im allgemeinen als vorübergehende Einteilung anzusehen. Wenn deshalb von einer festen Abgrenzung zuweilen abgesehen wird, so hat das den Nachteil gehabt, daß die Flächen bei jeder Taxation neu, häufig auch verändert ausgemessen wurden.

Eine Festlegung mit leicht setzbaren Steinen wäre daher anzuraten. Auch die Bezeichnung der Grenzbäume durch Ringelung mit Kalkmilch ist zu empfehlen, muß aber alle zwei Jahre erneuert werden.

16. Die Schlageinteilung. Im Mittel- und Niederwalde und geregelten Plenterwalde greift eine solche Platz. Die Schlaggröße des Normalwaldes ist in jedem Block $\frac{F}{u}$, wobei u im Mittelwalde = Umtrieb im Unterholz, im Niederwalde = Umtrieb, im Plenterwalde = Umlaufszeit ist und jährlicher Betrieb vorausgesetzt wird. Beim aussetzenden Betriebe würde die Formel lauten: $\frac{F}{u}$ n, worin n die Zahl der Jahre bedeutet, auf welche ein Hieb kommt.

17. Die einfache Flächenteilung führt in der Praxis meist zu ungleichen Erträgen. Um das zu umgehen, hat man sogenannte Proportionalschläge aufgestellt.

Danach finden wir folgende Schlageinteilungen:

in gleichgroße,

in ungleichgroße und zwar solche,

1. deren Material-Ertrag gleich bei vorhandener voller Bestockung ist (proportional der Standortsgüte),

2. deren Material-Ertrag gleich ist unter gegebenen Bestandsverhältnissen (proportional der Standorts- und Bestandsgüte),

3. deren Gelderträg gleich ist (Einteilung proportional der Standorts- und Bestandsgüte und des Holzwertes).

18. Die Abgrenzung draußen unterbleibt oft und begnügt man sich mit Ausbringung der rechnungsmäßigen Größen.

19. Dann faßt man aber gern mehrere Schläge zusammen und kommt damit zu Periodenschlägen, die man in der Regel an eine Jagen- und Distrikteinteilung anlehnt, so daß die Grenzen dieser mit den Schlaggrenzen zusammenfallen.

Geschichtlicher Teil.

Die Methoden der Betriebseinrichtung.

Erstes Buch.

Hochwaldschätzung.

I. Abschnitt: Die Herausbildung der Fachwerksmethoden.

Vorstufen.

Die ältesten Versuche einer Betriebsregulierung gingen zweifellos von einer Schlageinteilung aus und datieren wohl sehr weit zurück.

Eine der ältesten Darstellungen finden wir in Conrad Heresbach 1571 Rei rusticae libri IV.

Darin verlangt er, daß man den haubaren Wald in so viele Schläge teilen soll, als der Nachwuchs Jahre braucht, um die verlangte Stärke zu erreichen.

Die Mansfelder Forstordnung 1585 setzt einen Umtrieb und eine diesem entsprechende Schlageinteilung fest.

Da bei dem damaligen Zustande der Wälder wegen der ungleichen Bestockung eine Einteilung nach gleichen Flächen ungleiche Erträge brachte, ging man bald zu einer nach dem Ertragsvermögen normierten Einteilung über.

Die Abschätzung des Göttinger Stadtwaldes 1741 durch den Förster Jacobi ist z. B. in dieser Weise ausgeführt.

Auch Büchting, Forstkommissar in Harzgerode, lehrte in seinem kurzgefaßten Entwurf der Jägerei, Halle 1756, eine derartige Einteilung. Den Abnutzungssatz setzte er aber besonders fest und zwar nach der Größe des Zuwachses.

Die moderne Taxation hat ihre Entwicklung aber nicht von diesen Anregungen genommen, sondern von Johann Gottlieb Beckmann (geb. 1700, gest. 1777, Gräfl. Schönburgscher Förster, später im Dienst des Frhr. von Hohenthal bei Torgau).

In der Anweisung zur pfleglichen Forstwirtschaft 1760 wirft Beckmann die ganze Schlageinteilung über den Haufen und setzt an die Stelle eine Masseneinteilung.

Das Verfahren ist im wesentlichen folgendes:

Massenaufnahme: Ein Bestand wird mit Bindfaden in Streifen zerlegt und seine Stammzahl dadurch festgemacht, daß jeder Stamm einen je nach Holzart und Massengehalt verschieden gefärbten Holznagel erhielt.

Die Klasse, in die er gehörte, wurde bei jedem Baum eingeschätzt.

Die Nägel waren vor dem Ausstecken abgezählt. Durch Feststellung der Reste ergibt sich die Stammzahl.

So geht man von Bestand zu Bestand.

Man schätzt dann den Durchschnittsgehalt eines Stammes jeder Sorte und erhält daraus leicht den wirklichen Vorrat.

Zuwachsaufnahme erfolgt durch Einschätzung des Zuwachsprozentes.

Berechnung des Abnutzungssatzes: Die Zeit, für die der Vorrat ausreichen soll (Umtrieb), wird gefunden durch Zählen der Ringe an haubaren Stämmen, welche die zu erziehenden Maße (z. B. 50 cm Durchmesser) haben.

Die Größe des Abnutzungssatzes ergibt sich durch Probieren.

Beckmann schätzt gutachtlich die Abnutzung und macht darauf die Probe, wie lange der Vorrat unter Einhaltung dieser Abnutzung und unter Einrechnung des Zuwachses reicht. Ist die sich ergebende Zeit kürzer als verlangt, so wird eine weitere Rechnung mit geringerer Abnutzung gemacht u. s. f., bis ein passender Satz gefunden ist.

Beispiel: Verteilt werden
20000 gelbe Nägel für Stämme von 0,5—1 fm,
30000 rote für solche von 1—2 fm,
30000 grüne für solche von 2—3 fm.

Nach dem Ausstecken sind geblieben 1000 gelbe, 1500 rote und 2000 grüne.

Vorrat 19000 Stämme mit durchschnittlich 0,75 fm,
28500 „ „ „ 1,5 fm,
28000 „ „ „ 2,5 fm,
Vorrat im ganzen . . = 127000 fm.
Zuwachs, Z . . . . . = 1 %.
Umtrieb . . . . . . = 100.
Erster Schätzungsetat, e = 1400 fm.

1. Nutzung	v =	127 000
	e =	1 400
	v—e =	125 600
	+Z =	1 256
2. Nutzung	v =	126 856
	e =	1 400
	v—e =	125 456 u. s. f.

Beckmann rechnet hierbei unbewußt mit Zinseszins den Zuwachs auf.

Beckmanns Taxation wurde fortgebildet in der Massenaufnahme durch Krohne und Maurer. Krohne (1767, der wohlgeübte und erfahrene Förster) läßt Bindfaden und Nägel fort. Er stellt dafür eine Reihe von Taxatoren auf, die den Waldort langsam durchschreitend, die Bäume nach Klassen zählten und einschätzten. Jeder blickt nach rechts und nimmt den Bestand zwischen sich und der Grenze bezw. dem rechten Nachbar auf.

Maurer (Über einige eingeschlichene irrige Lehrsätze und Künsteleien 1783) führte eine Herausmessung der Altersklassen nach 10jährigen Stufen ein und die Schätzung nach Probeflächen.

In der Berechnung des Abnutzungssatzes wurde Beckmann durch Vierenklee verbessert.

Literatur: Anfangsgründe der theoretisch praktischen Arithmetik und Geometrie für diejenigen, welche sich dem Forstwesen widmen. Leipzig 1767.

Vierenklee gab die Formel für den progressionsmäßig verminderten Zuwachs. Vgl. Allg. Teil, Buch II, Abschnitt I, S. 110.

Seine Erwägung ist folgende:

Ohne Zuwachsaufrechnung ergibt sich der Abnutzungsatz

$$= \frac{1}{u} V$$

Es wird also jedes Jahr ein gleicher Teil vom Vorrat genutzt und entsprechend muß der Zuwachs abnehmen.

Die nach diesem Gedankengange sich berechnende Zuwachssumme wird ebenfalls in u Jahren genutzt und tritt obigem Vorratsabnutzungssatze hinzu.

Vierenklee berechnete den Zuwachs für den Vorrat kurz vor dem Hiebe (Herbst). Die Etatsformel würde also lauten:

$$E = \frac{1}{u} \left(V + Z \frac{u-1}{2}\right).$$

Aufgabe: 1000 fm mit 20 fm Anfangszuwachs auf 50 Nutzungen zu verteilen.

$$E = {}^1/_{50} \left(1000 + \frac{49 \cdot 20}{2}\right),$$
$$= {}^1/_{50} \quad 1490,$$
$$= \quad 29{,}8 \text{ fm}.$$

Die Anfänge der Fachwerksmethoden.

Der durchgreifende Unterschied zwischen den Massen- und Flächenteilungsverfahren und dem Fachwerk besteht darin, daß jene den Umtrieb als Ganzes auffassen, während ein Fachwerk den Umtrieb in Abschnitte zerlegt. Diese lehnten sich zunächst an die natürlichen Altersklassen an.

1. Oettelt.

Literatur: Praktischer Beweis, daß die Mathesis bei dem Forstwesen unentbehrliche Dienste tue. 1765*). Dazu 2. Teil 1768. Abschilderung eines redlichen und geschickten Försters.

Die Grundlage der ganzen Taxation bildet eine genaue Aufnahme des Reviers nach Fläche nnd Bestand.

*) Der Titel des Buchs ist vielfach gemißbraucht. Die in dem Buche erhobenen Anforderungen an mathematische Kenntnisse sind sehr bescheiden.

Für Nadelholz sind folgende Stücke bei der Ausmessung besonders auszuscheiden:

I.	Schlagbares Holz . . .	über 75 Jahr
II.	Mittelhölzer	55—75 „
III.	Stangenhölzer	40—55 „
IV.	Gereinigte Hölzer . . .	24—40 „
V.	junges Dickicht	12—24 „
VI.	Solches	unter 12 „
VII.	a. Schläge mit Hoffnung	
	b. „ ohne Hoffnung.	

Oettelt hat also 7 (8) Altersklassen von ungleicher Länge gebildet.

Der Revierzustand wird durch Karten und Tabellen dargestellt.

Der Umtrieb ist durch Jahrringzählen festzustellen, indem man ermittelt, wie viel Jahre nötig sind, um Holz von gewünschter Stärke zu erziehen. Der gewonnenen Zahl werden noch etliche Jahre zugezählt für Herstellung der Kultur. Die Summe gibt den Umtrieb.

Nach umständlichen, teilweise unrichtigen theoretischen Erörterungen kommt Oettelt für die Praxis der Betriebseinrichtung zu dem Satze:

Es ist im alten Holze so lange zu hauen, bis die nächste Altersklasse herangewachsen ist. Damit ist ausgesprochen, daß die Fläche verkleinert, also eingespart wird, wenn die nächste Klasse zu wenig und relativ junges Holz enthält, während entgegengesetztenfalls mehr gehauen werden kann.

Tatsächlich also treten hier Abschnitte in der Umtriebszeit auf, von denen jeder anders behandelt werden kann. Hierin liegt der fortbildende Gedanke der Oetteltschen Taxation, sie charakterisiert sich damit als Fachwerk, und zwar als solches, welches sich auf die Fläche stützt.

Ein zweiter fortbildender Gedanke liegt darin, daß Oettelt die Führung des Hiebes so regeln will, wie es die Vermeidung von Windbruch erfordert.

Er ist für kleine Schläge, die in der Regel von Osten nach Westen vorschreiten.

Einer sachgemäßen Bestandslagerung versteht er Opfer zu bringen.

Waldbaulich werden seine Gedanken über Betriebseinrichtungen dadurch wichtig, daß er die natürliche Verjüngung bei Fehlschlagen rasch durch künstliche unterstützen, erforderlichenfalls ersetzen will.

2. Hennert.

Literatur: Anweisung zur Taxation der Forsten usw. Teil I 1791. Teil II 1795.

Im I. Teil wird die geltende Instruktion für Einrichtung der Forsten mit Erklärungen gegeben. Danach ist das Verfahren folgendes:

Bei einer vorbereitenden Bereisung des Reviers werden die Grundsätze der Taxation festgestellt.

Darauf wird die Vermessung des Revieres durchgeführt, wobei eine Sonderung der Flächen nach Holzarten, Bonitäten (3 für jede Holzart), Altersklassen (natürliche) eintritt.

Das Ergebnis der Vermessung wird tabellarisch für jeden Block aufgestellt, so daß man daraus einen vollen Überblick erhält, wie viel Fläche von jeder Holzart und Bonität in jeder Altersklasse steckt.

Durch Probemorgen, auf denen das Holz berechnet und geschätzt wird, und Probehaue, das sind Flächen von wechselnder Größe, deren Holzmasse dann auf einen Morgen umgerechnet wird, erfährt man den Haubarkeitsertrag der Flächeneinheit.

13 Probeflächen in Kiefern ergaben z. B. Bon. I = 43, II = 27, III = 17 Klafter, in Eichenbaumholz fand man auf Bon. I = 51, II = 25, III = 19 Klafter.

Mit diesen Sätzen multipliziert man die entsprechenden Flächen und erhält damit den Haubarkeitsertrag jeder Altersklasse und jeder Holzart.

Die Altersklassen sind ungleich lang, z. B. in Kiefern 70—140 Jahre, 40—70 Jahre, 15—40 Jahre, unter 15 Jahre und leere Schläge.

Da nun der Grundsatz gilt, daß eine Altersklasse erst dann

zum Hiebe kommen darf, wenn sie haubares Holz enthält, so muß bei normaler Verteilung der Altersklassen

in I	70 Jahre		
in II	30 „		gehauen werden,
in III	25 „		
in IV	15 „		

und dementsprechend ist der Vorrat an haubarem Holz in jeder Klasse zu teilen. Das Verfahren ist daher auch als Massenfachwerk aufgefaßt.

Der Abnutzungssatz wird in Sortimente zerlegt (wobei sehr ins Kleine gehende Rechnungen gemacht werden), und endlich in seinem Geldwert berechnet.

In Praxi fielen wegen der anormalen Bestockungsverhältnisse bei diesem Verfahren sehr ungleiche Massen auf die einzelnen Zeitabschnitte und deshalb ist an dem Grundsätzlichen der Taxation mehrfach geändert, worüber namentlich der II. Teil des Werkes Auskunft gibt.

Der Zustand des Revieres wurde kartographisch dargestellt.

Die fertige Taxation wurde schließlich an Ort und Stelle geprüft und nach Erledigung der Monita bestätigt.

Sehr beachtenswert wird schließlich die Hennertsche Taxe dadurch, daß sie eine Fortführung und Kontrolle anschloß.

Es sollte nämlich:

a) das Kartenwerk nach jedem Endhiebe in einer Wirtschaftsfigur berichtigt werden,

b) ein Abholzungsmanual geführt werden. Aus demselben soll der Hiebsfortschritt im Block zu ersehen sein und die Richtigkeit der Schätzung geprüft werden können.

Es sind die Anfänge unseres Kontrollbuchs.

3. von Wedells Taxation.

Literatur: Wisenhavern, Anleitung zu der neuen auf Physik und Mathematik gegründeten Forstschätzung und Forstflächeneinteilung in jährliche proportionale Schläge durch einige auf diese Weise regulierte Reviere Schlesiens erläutert. 1794.

Die Reviere werden in Blöcke geteilt, für jeden einzelnen ist dann das Verfahren folgendes:

Die Flächen jeder Altersklasse werden herausgemessen und zusammengestellt und durch Anwendung der auf Probemorgen im Altholze gefundenen Vorräte die Haubarkeitsmasse für den ganzen Block berechnet.

Dividiert man diesen Vorrat durch den Umtrieb, so erhält man den möglichen Abnutzungssatz.

Es wird nun gefordert, daß jede Altersklasse erst dann zum Hiebe komme, wenn sie Holz vom Umtriebsalter liefert.

Es kann deshalb der mögliche Abnutzungssatz nur bei richtiger Altersklassenverteilung gehauen werden.

Ist sie das nicht, so wird ein anderer Abnutzungssatz ermittelt.

Man fragt sich zu diesem Zwecke, wie lange in jeder Altersklasse der Hieb verweilen müsse, bis die nächste haubar ist, und diese Zeiträume werden für die Abholzung des Altersklassenvorrats maßgebend.

Wir haben also nun gegenüberstehend einen möglichen und einen wirklichen Abnutzungssatz.

Die Erfüllung des wirklichen bedingt, daß je nach Bestockung und Ertragsfähigkeit der Schläge diese verschieden groß werden, daher und durch die keineswegs geschickte Darstellung Wisenhaverns, namentlich auch den Titel des Buchs ist die Wedellsche Taxe vielfach lediglich als eine solche nach Proportionalschlägen aufgefaßt.

Ausgebildete Fachwerke.

Das sind solche mit gleich langen Perioden, Betriebsplan, möglichster Gleichstellung der Perioden durch Ausstattung entweder mit gleichen Flächen (Flächenfachwerk) oder mit gleichen Massen (Massenfachwerk) oder mit gleichen Flächen und Massen (kombiniertes Fachwerk).

G. L. Hartig.

Literatur: Anweisung zur Taxation und Beschreibung der Forsten 1795. 4. Aufl. 1819.

Verfahren von 1795.

Hartig geht von einer genauen Vermessung des Revieres aus, er vervollständigt in dieser Beziehung Hennert.

Es folgt dann eine genaue Aufnahme des Waldzustandes (spezielle Beschreibung), wobei die in jeder Abteilung vorhandene Bestockung mit der normalen Bestockung verglichen wird unter Anhalt an die von Hartig aufgestellten Erfahrungstafeln.

Je nach Befund werden für jede Abteilung für jede Periode der ganzen Umtriebszeit die Durchforstungs- und Haupterträge angesetzt.

Es werden also die Erträge nicht nur der zur Zeit der Einrichtung vorhandenen Bestände in den Betriebsplan eingesetzt, sondern auch die der zukünftig zu gründenden.

Daraus ergibt sich folgendes Ertragsschema, worin H den Haubarkeitsertrag, D den Durchforstungsertrag bedeutet:

Distrikt	Abteilung	I. P.	II. P.	III. P.	IV. P.	V. P.
1	a	D	D	H	D	D
	b	D	D	H	D	D
2	a	H	D	D	D	D
3		D	D	D	D	H

Summiert man die Erträge für jede Periode, so erhält man die Abnutzung für die ganze Periode.

Dem gefundenen gegenwärtigen Hauptnutzungsertrage der I. Periode wird der Zuwachs nach der Formel $\frac{n+1}{2}$ Z hinzugefügt.

Sind nun die Erträge der einzelnen Perioden sehr ungleich, so treten Verschiebungen ein, wobei in erster Linie die Bestände gewählt werden, die dem Alter nach an den Grenzen stehen, beim Vorziehen also die ältesten, beim Zurückstellen die jüngsten der Periode.

Ein Ansteigen der Periodenerträge ist erwünscht.

Die Umtriebsbestimmung bemißt Hartig nach dem Zeitpunkte, wo die Bäume ihren größten Zuwachs geleistet haben. Versuche haben mich gelehrt, sagt Hartig, daß das bei Eichen im 200. Jahre, bei Buchen im 120. geschieht. Sind die Bestände licht, so geschieht es früher. Will man Starkholz erziehen, so muß der Umtrieb um ca. $^1/_3$ höher sein.

Die Bestimmung läßt also sehr weiten Spielraum.

Die Sicherung des Betriebes wird herbeigeführt durch die jährlich aufzustellenden Hauungs- und Kulturpläne, welche die Richtlinien der Taxation einhalten müssen.

Außerdem ist ein Lagerbuch einzurichten, aus welchem der Fortschritt des Hiebes ersehen werden kann. Anzugeben ist, wieviel, wo und wie, ob Endhieb oder Durchforstung gehauen ist.

Das Hauptgewicht liegt bei dieser Taxation auf gleichmäßiger Massenteilung. Der Fortschritt besteht in der Periodenteilung, der systematisch durchgeführten Ertragsschätzung, in der Ausgleichung der Periodenetats, den jährlichen Hauungs- und Kulturplänen, in der Einbeziehung der Durchforstungserträge.

Verfahren von 1819.

Literatur: Hartig 1819. 4. Aufl. Anweisung zur Taxation und Beschreibung der Forsten.

Die Vermessung ist weiter entwickelt, ebenso die Aufnahme des Waldzustandes. Bei dieser wird der Untersuchung des Bodens besondere Aufmerksamkeit gewidmet, das Ergebnis auch kartographisch dargestellt.

Bei der Massenermittlung werden lokale Erfahrungstafeln benutzt, die entweder aus dem Revier selbst oder aus einem Nachbarbezirke hergeleitet sind.

Die Erträge werden wie früher für jeden Ort auf einen Umtrieb angegeben und danach die Periodenerträge ermittelt. Bestände, die im 90.—120. Jahre nicht $^2/_3$ des vollen Bestandes haben, sind wegen Zuwachsverlustes früher als das Umtriebsalter erreicht ist zu hauen. Diesen Grundsatz hat die preußische Ertragsregelungspraxis beibehalten und ausgebaut. Er hat zur Hebung des Waldzustandes außerordentlich beigetragen. Die steigenden Materialrenten der Gegenwart sind im wesentlichen begründet durch diese Wirtschaftspolitik.

Der Ertrag ist so zu regeln, daß er von Periode zu Periode um $^1/_{20}$ ansteigt.

Außerdem wird für Eichen eine Reserve bestellt, damit die Menschen, welche in den ersten Perioden des zweiten Umtriebes leben werden, an dem nötigen Eichenbauholz keinen Mangel leiden.

Die Befestigung des Wirtschaftsplanes wird durch eine Kontrolle herbeigeführt, deren Grundgedanke ist, daß Hiebsvorgriffe und Einsparungen des einen Jahres auf das andere übertragen werden. Außerdem soll soviel planmäßig eingespart werden, daß man von 50 Dörfern der Umgebung eins aufbauen kann.

Die Taxation wiederholt sich nach 120 Jahren.

Cotta 1804.

Literatur: Systematische Anleitung zur Taxation der Waldungen.

Er hält eine richtige Massenschätzung für unmöglich. Jeder nur in Klaftern ausgedrückte Etat müsse entweder zu rasch oder zu langsam herumkommen. Gegen diese Gefahr sichere nur die Berücksichtigung der Flächen.

Der Forsttaxator Schilcher habe die Idee gehabt, Taxation und Flächenteilung zu verbinden, ein solches System schwebe auch ihm vor (Schilcher, geb. 1766, gest. 1843, forstlicher Lehrer in München, Forsttaxator, schließlich Präsident des obersten Rechnungshofes).

Cotta beginnt wie Hartig mit einer genauen Vermessung des Waldes, es folgt Beschreibung und Aufnahme des Waldzustandes, verbunden mit Massenschätzung, Aufstellung des Betriebsplanes und Berechnung der Abnutzung.

Die Erträge werden wie bei Hartig angesetzt und danach der periodische und jährliche Abnutzungssatz berechnet.

Beim Einreihen der Bestände in den Betriebsplan wird die richtige Bestandslagerung in den Vordergrund gestellt.

Dem stets fehlerhaften Abnutzungssatz setzt Cotta die Flächenabnutzung als Regulator zur Seite. Die in einem Bestande zu hauende Fläche wird nämlich so bestimmt, daß man mit der für die Flächeneinheit schätzungsmäßig ermittelten Masse in den jährlichen Abnutzungssatz dividiert.

Sind also z. B. für die Einheit 300 fm geschätzt, ist die Abnutzung 1200, so sind vier Flächeneinheiten zu schlagen, mag nun tatsächlich mehr oder weniger als 1200 fm darauf stehen.

Die in der Schätzung steckenden Fehler werden klar gelegt und verzeichnet durch die Bewirtschaftungstabellen. Mehr- und

Mindererträge erscheinen dort aber nur nachrichtlich und werden nicht zur fortlaufenden Berichtigung des Abnutzungssatzes verwertet, denn der Einfluß der Schätzungsfehler gilt durch die Art, wie die Hiebsfläche berechnet ist, für aufgehoben.

Eine Wirtschaftsreserve hält Cotta nicht für notwendig. Will man sie haben, so soll man bestimmte Orte nicht in den Betriebsplan aufnehmen.

Auf Grund des Betriebsplanes wird ein genereller Kulturplan ausgearbeitet und dieser als Grundlage für Berechnung des Kulturfonds benutzt.

Die Abschätzung ist nach einer Reihe von Jahren (10—20) zu revidieren, wobei folgende Punkte besondere Aufmerksamkeit verdienen:

1. ob die Vorschriften gehörig befolgt sind,
2. wie der Erfolg der Einrichtung war,
3. ob Änderungen oder ganz neue Anordnungen getroffen werden müssen,
4. auf welche Weise das am zweckmäßigsten zu erreichen ist.

In der Einführung dieser Revisionen liegt ein wesentlicher Fortschritt. Cotta steht hier in großem Gegensatze zu G. L. Hartig.

König.

Literatur: Anleitung zur Holztaxation, ein Handbuch für jeden Forstmann und Holzhändler, 1813.

König hat namentlich die Holzmeßkunde ausgebildet, seine Hilfsmittel zur Feststellung der Bestandsmassen (Formzahlen, Formhöhen) werden zum Teil noch jetzt angewandt, ebenso die Zuwachsaufrechnung.

Bezüglich der Berechnung des Abnutzungssatzes ist sein Werk nicht völlig durchgearbeitet.

Wesentlich für die Entwicklung der Betriebslehre sind dagegen Vorschriften über die Wirtschaftskontrolle. Wir finden:

1. eine Abnutzungskontrolle für jede Wirtschaftsfigur mit Schlußvergleichung von Schätzung und Ertrag,
2. eine jährliche Kontrolle des ganzen Abnutzes und Vergleichung zwischen Soll und Ist. Die Abweichung wird

auf den Abnutzungssatz übertragen (Abschnitt C des Preuß. Kontrollbuches).

3. eine Anbau-Kontrolle.

Cotta 1820.

Literatur: Anweisung zur Forsteinrichtung und Abschätzung.

Cotta sagt schon in der Vorrede, daß es weder ein allgemein anwendbares Abschätzungsverfahren gebe, noch eine unanfechtbare Massenermittlung, und hebt hervor, daß das einfachste Verfahren das beste sei und die gute Einrichtung (Bestandslagerung) viel wichtiger, als die Ertragsbestimmung. Diese könne man leicht ändern und bessern, Fehler bei jener sind schwer herauszubringen und beeinflussen den Ertrag auf lange Zeit.

Die Einrichtung muß den sich fortwährend ändernden Verhältnissen angepaßt werden können, ebenso die Abnutzung.

Taxations-Revision und fortlaufende Kontrolle treten damit als organische Glieder in das System ein.

Die Arbeiten beginnen, nachdem Größe und Einteilung des Reviers festgestellt sind, mit dem Entwurf eines Bewirtschaftungsplanes.

Dafür muß der Umtrieb festgesetzt werden.

Es geschieht nach Maßgabe größter Massen und Wertserzeugung, jedoch so, daß das faktische Altersklassenverhältnis in Berücksichtigung gezogen wird.

Ergibt z. B. die Rechnung nach größter Wertserzeugung, daß der 120jährige Umtrieb der vorteilhafteste ist, so kann man diesen als solchen nur einführen, wenn der Vorrat einem solchen Umtriebe entspricht. Ist der Vorrat bedeutend kleiner, so müßten, um zu 120jährigem Umtriebe zu gelangen, große Einsparungen gemacht werden, und tatsächlich würde ein niedrigerer Umtrieb vorteilhafter sein.

Der Einfluß von Klima und Boden ist bei der Umtriebsfeststellung in Anschlag zu bringen.

Bei der Abnutzung gehen vor: zuwachsfaule Orte und Orte mit gutem Verjüngungsanflug. Berechtigungen sind zu beachten; vor allen Dingen aber ist die richtige Bestandslagerung und Sicherung gegen den Wind zu erstreben.

Dem Entwurf folgt die Festsetzung des Betriebsplanes, wobei zunächst die Perioden mit Flächen ausgestattet werden.

Die Massenschätzung kann eine summarische sein, z. B. nach dem Haubarkeitsdurchschnittsertrage, zu dessen Beurteilung Erfahrungssätze mitgeteilt werden. Gewöhnlich ist sie aber eine genauere. Bei solcher wird die Masse von Ort zu Ort ermittelt. Durch Verschieben sucht man Gleichmäßigkeit der Flächen- und Massenabnutzung in den Perioden zu erreichen (kombiniertes Fachwerk).

Die Zwischennutzungen werden nur für die nächsten 20 Jahre bestimmt und der Hauptnutzung im Ertrage nach großem Durchschnitt zugesetzt.

Reserven sollen in der Regel nicht gestellt werden. Geschieht es ausnahmsweise, so gilt die Bestimmung immer nur für eine Periode.

Die Sicherung der Einrichtung wird durch Kontrolle und Revision erreicht. Durch die Kontrolle wird nachgewiesen: Wie die Schätzung mit den wirklichen Erträgen übereinstimmt und wie weit die Wirtschaft fortgeschritten ist. Revisionen werden als eine Fortsetzung der bei der ersten Einrichtung angefangenen Arbeit angesehen. Sie sind regelmäßig wiederkehrende Maßregeln, deren Notwendigkeit vorliegt:

1. um versichert zu sein, daß die Vorschriften befolgt werden,
2. um sich von der Zweckmäßigkeit bezw. Mangelhaftigkeit der Betriebsvorschriften zu überzeugen,
3. um Nachträge und Abänderungen zu machen.

Fachwerke mit eingeschränkter Massenberechnung.

Klipstein.

Literatur: Versuch einer Anweisung zur Forstbetriebsregulierung. 1823.

Der Umtrieb wird nach dem höchsten Durchschnittsertrage festgesetzt und ist ein Vielfaches der Periodenlänge von 20 Jahren. Als Leitzahlen gelten:

für Eiche	140—200 Jahr
„ Buche	100—140 „

für Tanne und Fichte . . 80—140 Jahr
„ Kiefer . . . . 60—120 „

Die Perioden sollen allgemein für die Reviere mit bestimmtem Kalenderjahr anfangen und aufhören, z. B. 1821 und 1840.

Das Revier wird in Wirtschaftsfiguren eingeteilt und mit deren Flächen jede Periode gleichmäßig ausgestattet.

Würde nun der Wald gleichartig bestockt sein, so würde bei gleicher Verteilung der Fläche auch die Nutzung gleich sein. Die Bestockung ist aber ungleichartig und so bedarf es weiterer Maßnahmen.

Es wird ein Hauptwirtschaftsplan entworfen, in dem neben den Flächen die zugehörigen Massen nach summarischer Schätzung stehen. Eine Ausgleichung in der Ausstattung mit Massen soll dabei nur insoweit eintreten, daß mehr als 20 % Abweichung nicht vorkommen.

Nur für die erste Periode wird eine genaue Schätzung nach Holzarten und Sortimenten vorgeschrieben.

Kontrollbuch und Taxationsrevision führen die Schätzung weiter.

Das Ansteigen der Periodenerträge ist nicht erwünscht, ebenso nicht eine Reserve.

Die Sicherung der Schätzung geschieht dadurch,

daß ein jährlicher Hauungsplan entworfen wird, der sich innerhalb des Rahmens der Schätzung hält,

daß Erträge und Schätzung fortlaufend kontrolliert werden,

daß nach Bedarf Revisionen auch innerhalb der laufenden Periode eingelegt werden und

daß endlich mit Ablauf der Periode der Plan für die nächste Periode genau ausgearbeitet wird.

Hierbei soll die Haupteinrichtung festgehalten werden, aber unter Berücksichtigung von allen wichtigen Änderungen im Waldzustand und von den hinsichtlich der Schätzung gemachten Erfahrungen.

Grebe.

Literatur: Die Betriebs- und Ertragsregulierung der Forsten, 1867 und 1879, steht im wesentlichen auf Cottas Boden.

Nach der Einteilung des Reviers wird für jeden Betriebsverband (Block, Betriebsklasse) Betriebsart und Umtrieb festgesetzt,

für das Ganze aber die Einrichtungszeit. Diese zerfällt in Perioden. Die Einrichtungszeit soll ungefähr dem Umtrieb der Hauptholzart entsprechen. Jeder Periode wird ein der Nachhaltigkeit entsprechender Teil der Bestände nach Flächen überwiesen, wobei Rücksichten auf gleichbleibende Nutzung und gute Bestandsordnung zu nehmen sind.

Es folgt die Ertragsberechnung. Sie ist eine spezielle für die ersten Perioden, eine summarische für die späteren.

Sehr ungleiche Erträge der Perioden werden dann durch Verschiebungen ausgeglichen und darauf der Hauptwirtschaftsplan festgestellt.

Für die Vorerträge tritt eine besondere Schätzung ein und zwar meist nur für das nächste Dezennium. Der Ertrag derselben wird nicht in die Berechnung des Abnutzungssatzes hineingezogen.

Der Fortführung der Einrichtung dient eine ausführliche Forstbuchführung und die Taxationsrevision.

Die Revision selbst prüft Forstgrenzen, den Abtriebsvollzug, die Abweichungen vom Betriebsplan (Vorgriffe und Rückstellungen), den Anbauvollzug, den Zustand der für spätere Perioden bestimmten Bestände, den Zustand der Waldpflege.

Danach erfolgt die Berichtigung des Betriebsplanes und des Abgabesatzes.

Der Plan über die Vornutzung wird neu aufgestellt.

Weise.

Literatur: Taxation der Privat- und Kommunalforsten nach dem Flächenfachwerk 1883.

Trennt die Wirtschaft nach der rein forstlichen und finanziellen Seite.

Der Umtrieb wird in der Regel nach dem vorhandenen Altersklassenverhältnis, aber nicht unter 60, und nicht über 100 Jahr bestimmt.

Bei ungeregeltem Altersklassenverhältnis kann der Betrieb voll einsetzen, wenn der normale Vorrat im ganzen auf der Betriebsfläche vorhanden ist.

Die einer Periode zukommende Fläche ist $= \frac{F}{U} \times$ Periodenlänge, wobei F die angebaute, also produzierende Fläche bedeutet.

Der Betriebsplan stellt die in der ersten Periode zu hauenden Bestände fest, und der Wirtschafter ist an sie gebunden. Es bleibt ihm aber überlassen zu bestimmen, wo in den einzelnen Jahren gehauen werden soll, und namentlich, ob einer Handelskonjunktur folgend einmal ein Vorgriff stattfinden soll.

Eine Massenschätzung findet nicht statt.

Der Waldbesitzer erhält eine Geldrente, die nach dem Durchschnitt der auf 1 ha Hiebsfläche fallenden Nettoeinnahme und nach der normalen Hiebsfläche berechnet wird unter Abzug eines Prozentsatzes davon zur Bildung eines Reservefonds.

Der Reservefond nimmt den Rest der Einnahme auf. Er enthält also Abzüge von der normalen Rente und die Einnahmen aus allen Vorgriffen sowie auch — wenn die Wirtschaft erst eine Zeitlang gelaufen ist — einen Teil der Überschüsse aus besonders guten Zeiten und von hervorragend gutem Holz.

Dafür gleicht er Fehljahre, Einsparungen, Ausfall wegen schlechten Holzes aus und gewährt dem Eigentümer möglichst gleiche Renten.

Gesichert wird der Betrieb durch die Kontrolle der Flächennutzung, durch die Kulturkontrolle, endlich durch die Rentenberechnungskontrolle.

Fortgeführt wird die Einrichtung durch die Taxationsrevision. Diese tritt am Schluß jeder Periode ein, entwirft den Flächennutzungsplan für die nächste Periode, erneuert die Bestandsbeschreibung und setzt die Grundsätze hinsichtlich der weiteren Aufsammlung des Reservefonds fest.

Die Entwicklung der Bestandswirtschaft.

Das sächsische Verfahren bis Mitte der sechziger Jahre bietet eine Fortbildung der Cottaischen Abschätzung von 1820 dahingehend:

daß die Revisionen immer mehr in den Vordergrund treten, daß der Betriebsplan in seiner Wichtigkeit verblaßt und endlich unter Umständen aufgehoben wird.

Die Nachhaltigkeit der Nutzung wird dann durch die Altersklassentabelle und den Grundsatz gesichert, daß im allgemeinen der Jahresschlag $\frac{F}{U}$ die maßgebende Größe für die Hiebsfläche ist.

Kleine in sich durch Loshiebe und breite Schneißen sturmgesicherte Hiebszüge gestatten Beweglichkeit der Wirtschaft.

Die Bestandswirtschaft

benutzt das Netz der Eisenbahnen, Chausseen, Wege, Täler, Wasserscheiden usw. zu fester Einteilung, die noch weiter gegliedert wird durch Loshiebe und breite Schneißen.

Die gebildeten Figuren treten zu kurzen Hiebszügen zusammen, in denen ein gegen Sturm gesicherter Hiebsfortschritt möglich ist.

In dieser Einteilung und den Hiebszügen liegen die Hauptdirektiven der Wirtschaft. Sie sind meist so zwingender Art, daß eine besondere Vorschrift darüber nicht gegeben zu werden braucht. Nur in Zweifelsfällen bezw. wo eine weitergehende Vorausbestimmung notwendig ist wegen schlechter Bestandslagerung sowie bei Umwandelungsbetrieben, wird sie gegeben. „So fassen wir," sagt Judeich, „den allgemeinen Wirtschaftsplan auf, wollen ihn also auf keinen Fall entbehren."

Es folgt die Berechnung der finanziellen Umtriebszeit durch Berechnung der Bodenwerte aus charakteristischen Beständen. Sie gibt dann den allgemeinen Anhalt darüber, in welchen Größen sich die Hiebsfläche zu bewegen hat. Abweichungen sind unter Umständen gestattet, z. B. wo das Altersklassenverhältnis sehr abnorm ist.

Der Umtrieb wird in Perioden geteilt.

Die Hiebsfläche jeder ist $\frac{F}{U} \times$ Periodenlänge.

Unter steter Rücksicht auf gute Hiebsfolge werden nunmehr folgende Bestände vorläufig für die I. Periode ausgewählt:

1. Hiebsnotwendigkeiten,
2. entschieden hiebsreife Bestände,
3. Bestände, die der Ordnung der Hiebsfolge zum Opfer fallen müssen,
4. Bestände mit zweifelhafter Hiebsreife.

Bei der definitiven Auswahl geben die unter 4 genannten Bestände Gelegenheit, die Flächenforderung zu erfüllen. Bei ihnen tritt eine spezielle Berechnung des Weiserprozents ein und die Auswahl wird nach dem Ergebnis dieser Rechnung entschieden.

Die Vornutzungen: Durchforstungen, Läuterungen, Überhälterhieb, Zufallsnutzungen werden summarisch nach Maßgabe der Vergangenheit geschätzt unter Berücksichtigung notwendiger Abweichungen (Raupenfraß, Windbruch usw.).

Durchforstungen sind mit Fläche in besonderem Plan anzusetzen ohne Hinzufügung der Masse. Die Masse anzugeben, sei überflüssige Mühe.

Zweiter Abschnitt.

Die Normalvorrats-Methoden.

Während bei den bisher geschilderten Verfahren die Abnutzung sich als eine Folge der getroffenen Wirtschaftsverfügungen ergibt, kehren eine Reihe anderer die Sache um und entwickeln unter Berücksichtigung der wirklichen und normalen Waldbestockung zuerst den Abnutzungssatz und zwar nach bestimmten Formeln.

Man ist dabei von der Überzeugung ausgegangen, daß nur nach Ausbringung und bei Einhaltung einer rationell begründeten Abnutzung die Wirtschaft in richtiger Weise geleitet werden, der normale Zustand angebahnt und erreicht werden kann.

Die Methoden sehen in der Herstellung des normalen Vorrats ihr Hauptziel und deswegen sind sie auch Normalvorratsmethoden genannt; von anderen wird der Name Formelmethode gebraucht, weil sie den Abnutzungssatz nach bestimmten Formeln finden.

Wenn man durch die Wirtschaft den normalen Zustand erreichen will, so muß vor allen Dingen klar gelegt werden, wie er beschaffen ist, und das ist durch die verschiedenen Methoden geschehen.

Sie haben dadurch für den Ausbau der Theorie sehr viel geleistet und dadurch indirekt auch der Praxis erheblich genutzt.

Die Größen, mit denen die Methoden arbeiten, sind: nv (Normalvorrat), wv (wirklicher Vorrat), nz (normaler Zuwachs), wz (wirklicher Zuwachs).

Bei allen Größen bleiben Vornutzungen außer Ansatz..

nv = normaler Vorrat (fundus instructus) (2)*). Er ist entweder die Summe des natürlichen Aufbaues der Altersklassen (2b) oder die Summe der Produkte von Altersstufen und Haubarkeitsdurchschnittszuwachs (2a).

wv = wirklicher Vorrat. Er wird entweder im Walde ermittelt nach dem faktischen Befunde (4a) oder nur berechnet nach Haubarkeitsdurchschnittszuwachs, Alter und Flächen der Altersklassen (4b).

nz = normaler Zuwachs (6), das ist die Summe des für Aufbau des normalen Vorrats erforderlichen jährlichen Altersstufenzuwachses (6a und 6b).

Er ist deshalb gleich dem fertigen Aufbau des haubaren Bestandes, mit anderen Worten gleich Masse des ältesten Schlages.

Im Normalwalde ist nz aber auch die richtige Nutzungsgröße, der Normaletat ne. Es ist also nz = ne.

wz = wirklicher Zuwachs (5). Er ist die Summe aller wirklichen Zuwachsgrößen (5a) in den Beständen, oder er wird nach Haubarkeitsdurchschnittszuwachs (5b) berechnet.

Im Normalwald ist wz = nz.

Unterlagen für die Beispiele.

Umtrieb = 100 Jahr, Fläche = 100 ha, Schluß 1,0.

1. Ertragstafel. Fichte. Bonität II.

Alter	fm	lfd. Zuwachs	Durchschnittszuwachs
10	50	50	5,00
20	133	83	6,65
30	253	120	8,43
40	383	130	9,575
50	500	117	10,00
60	603	103	10,05
70	693	90	9,90
80	771	78	9,64
90	839	68	9,32
100	900	61	9,00

*) Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf die Unterlagen für die Beispiele.

2. Berechnung des nv.

a) nach dem Haubarkeitsdurchschnittszuwachs.

Der Haubarkeitsdurchschnittszuwachs ist für Jahr und ha $= 900/100 = 9{,}00$ fm.

$$nv = \frac{u + 1}{2} \cdot uz = \frac{101}{2} \cdot 100 \cdot 9{,}00 = 45450 \text{ (Herbstvorrat).}$$

Für Sommersmitte = 45000 fm, für das Frühjahr = 44550 fm.

b) nach Ertragstafeln.

$$n\left(a + b + c + \ldots + \frac{k}{2}\right) + \frac{k}{2}.$$

a	=	50
b	=	133
c	=	253
d	=	383
e	=	500
f	=	603
g	=	693
h	=	771
i	=	839
½ k	=	450
Sa.	=	4675 fm.

$n = 10$. Formelwert also:

$= 10 (50 + 133 + 253 + 383 + 500 + 603 + 693 + 771 + 839 + 450) + 450$
$= 10 \times 4675 + 450 = 47200$ fm.

Das ist der Vorrat im Herbst. Vorrat im Frühjahr = 46300, in Sommersmitte = 46750.

3. Altersklassenverhältnis des Waldes.

10 jährig	=	12 ha
20 „	=	15 „
30 „	=	5 „
40 „	=	9 „
50 „	=	7 „
60 „	=	20 „
70 „	=	3 „
80 „	=	19 „
90 „	=	5 „
100 „	=	5 „
		100 ha.

Berechnung des mittleren Alters nach der Formel:

$$a = \frac{f_1 a_1 + f_2 a_2 + f_3 a_3 + \ldots}{f_1 + f_2 + f_3 + \ldots}$$

10 · 12	=	120
20 · 15	=	300
30 · 5	=	150
40 · 9	=	360
50 · 7	=	350
60 · 20	=	1200
70 · 3	=	210
80 · 19	=	1520
90 · 5	=	450
100 · 5	=	500
Sa.	=	5160
u	=	103

$$a = \frac{5160}{100} = 51{,}60.$$

4. Berechnung des wv.

a) nach den wirklichen Massen der Bestände.

12 · 50	=	600 fm
15 · 133	=	1 995 „
5 · 253	=	1 265 „
9 · 383	=	3 447 „
7 · 500	=	3 500 „
20 · 603	=	12 060 „
3 · 693	=	2 079 „
19 · 771	=	14 649 „
5 · 839	=	4 195 „
5 · 900	=	4 500 „
Sa.	=	48 290 fm.

b) nach dem Haubarkeitsdurchschnittszuwachs.

12 · 90	=	1 080 fm
15 · 180	=	2 700 „
5 · 270	=	1 350 „
9 · 360	=	3 240 „
7 · 450	=	3 150 „
20 · 540	=	10 800 „
3 · 630	=	1 890 „
19 · 720	=	13 680 „
5 · 810	=	4 050 „
5 · 900	=	4 500 „
Sa.	=	46 [illegible]

5. Berechnung des wz. 1jähriger Zuwachs des Waldes.

a) nach Ertragstafel.

12 · 5,0 = 60,0 fm
15 · 8,3 = 124,5 „
5 · 12,0 = 60,0 „
9 · 13,0 = 117,0 „
7 · 11,7 = 81,9 „
20 · 10,3 = 206,0 „
3 · 9,0 = 27,0 „
19 · 7,8 = 148,2 „
5 · 6,8 = 34,0 „
5 · 6,1 = 30,5 „
Sa. = 889,1 fm.

b) nach Haubarkeitsdurchschnittszuwachs.

100 · 9 = 900 fm.

6. Berechnung des nz.

a) nach Ertragstafel.

10 · 5,0 = 50 fm
10 · 8,3 = 83 „
10 · 12,0 = 120 „
10 · 13,0 = 130 „
10 · 11,7 = 117 „
10 · 10,3 = 103 „
10 · 9,0 = 90 „
10 · 7,8 = 78 „
10 · 6,8 = 68 „
10 · 6,1 = 61 „
Sa. = 900 fm.

b) nach Haubarkeitsdurchschnittszuwachs.

10 · 10 · 9 = 900 fm.

Österreichische Kameraltaxe (1788).

Sie entwickelt den Abnutzungssatz e für eine Betriebsklasse aus der Formel

$$e = Z + \frac{wv - nv}{u}.$$

Der Normalvorrat (fundus instructus) ist $= \frac{u}{2}$ uz. Er baut sich nach dem Haubarkeitsdurchschnittszuwachs auf, ebenso wv.

Z ist = Summe des Haubarkeitsdurchschnittszuwachses aller Flächen.

Die Methode ist im Jahre 1811 durch André in seinen ökonomischen Neuigkeiten veröffentlicht. Sie war enthalten in einem Hofdekret vom 14. Juli 1788. Das Dekret selbst hat Judeich im Tharander Jahrbuch XIX mitgeteilt.

Beispiel. 100j. Umtrieb.

$$e = 900 + \frac{46440 - 45000}{100}$$
$$= 900 + 14{,}40 = 914.$$

Hundeshagen.

Literatur: Die Forstabschätzung auf neuen wissenschaftlichen Grundlagen. 1826.

Er geht von dem Gedanken aus, daß in dem gleichen Verhältnis, wie Nutzung und Vorrat im Normalwalde stehen, im wirklichen Walde die Nutzung festgesetzt werden müsse.

Es ist also $\frac{ne}{nv} = \frac{we}{wv}$, ne ist dabei der Vorrat des ältesten Schlages, nv die Summe der Vorräte der normalen Altersstufenfolge und zwar nach ihrem natürlichen Aufbau, wv die Summe aller Stufen, wie sie im Walde stehen.

Für gegebene Fläche, gegebenen Umtrieb und für eine bestimmte Holzart ist $\frac{ne}{nv}$ eine Konstante und zwar ein echter Bruch. Drückt man denselben als Dezimalen aus, so geben die ersten beiden Stellen das Prozent, welches konstant von wv genutzt werden kann; $\frac{ne}{nv}$ ist deshalb als Nutzungsprozent eingeführt.

Beispiel. $we = 48290 \cdot \frac{900}{46750}$
$$= 48290 \cdot 0{,}0193 = 932.$$

Ein Einwand gegen Hundeshagen läßt sich insofern erheben, daß ein wirklicher Vorrat von gleicher Höhe sich sehr verschieden aufbauen kann und trotzdem stets ein gleicher Etat herauskommt.

Vorläufer Hundeshagens ist der Fürstlich Lippesche Oberförster Paulsen, welcher 1795 die Methode bereits veröffentlichen ließ, während Hundeshagens Forstabschätzung 1826 erschien.

In neuester Zeit ist der Versuch gemacht, in die Hundeshagensche Ertragsregelung anstatt der Massen die Grundflächen der Bestände einzuführen. Dann kommt man zu der Proportion: die wirkliche Grundflächennutzung wg verhält sich zur wirklichen Grundfläche wG aller Bestände wie die normale Grundflächennutzung ng zur normalen Grundfläche des Waldes nG.

Daraus ergibt sich $wg = \frac{ng}{nG} \cdot wG$.

Breymann.

Literatur: Österreichische Vierteljahrsschrift. 1854. IV. Band, und Anleitung zur Holzmeßkunst, Waldertragsbestimmung und Waldertragsberechnung. 1868.

Er geht von einem ähnlichen Gedanken aus wie Hundeshagen, indem er die Proportion aufstellt $\frac{we}{wa} = \frac{ne}{na}$, woraus sich ergibt $we = ne \cdot \frac{wa}{na}$. Darin ist na Durchschnittsalter der normalen Altersstufenfolge, wa Durchschnittsalter der Bestände wie sie vorliegen.

Breymann begründet die Proportion $\frac{we}{wa} = \frac{ne}{na}$ damit, daß die Masse eines Bestandes und einer Betriebsklasse im wesentlichen vom Alter abhängig sei und daß man dieses daher in die Hundeshagensche Formel einsetzen könne.

$$\begin{aligned} e &= 900 \cdot \frac{51,6}{50,0} \\ &= 900 \cdot 1,032 \\ &= 929. \end{aligned}$$

C. Heyer.

Literatur: Die Waldertragsregelung 1841, 1862 (1883).

C. Heyer setzt eine Zeit fest, innerhalb deren nv herzustellen ist, die Ausgleichungszeit a.

Für diese*) ist der gesamte Zuwachs aller Flächen zu berechnen = swz.

Derselbe stellt geteilt durch a die Abnutzung dar, wenn nv vorhanden ist.

Ist wv $\gtrless$ nv, so wird innerhalb a ein Plus aufgezehrt, ein Minus durch Einsparung ausgeglichen.

Es gilt demnach die Formel:

$$E = \frac{swz + wv - nv}{a}$$

a wird je nach den Waldverhältnissen verschieden lang genommen.

nv wird nach dem Haubarkeitsdurchschnittszuwachs berechnet und zwar nach Formel $\frac{u}{2}$ uz.

wv in den jüngeren Gliedern desgl., in den älteren Gliedern aber durch besondere Aufnahmen.

Beispiel. a = 20, wz = 900, swz = 18000, nv = 45000. wv bis zum 50. Jahre berechnet nach Haubarkeitsdurchschnittszuwachs also = 11520, von da nach wirklichen Aufnahmen = 37483, zusammen 49003.

$$e = \frac{18000 + 49003 - 45000}{20}$$
$$= 1100.$$

Die Zwischennutzungen sind summarisch festzustellen auf 10 bis 15 Jahre und werden dem Hauptnutzungsetat hinzugefügt.

---

*) Die Berechnung des swz bedingt also die Kenntnis von Zuwachs noch nicht vorhandener Bestände. Setzt nämlich der Betrieb im ersten Jahre ein, so ist der Zuwachs des alten Bestandes nur für ein Jahr in Rechnung zu ziehen, für (a — 1) Jahr der Zuwachs des Jungbestandes usw. Das erfordert anfechtbare Rechnungen.

Einen Betriebsplan hält Heyer nicht für unbedingt nötig, er sei aber nützlich, weil man durch ihn ein klares Bild über die Hiebs- und Abtriebsfolge bekomme.

Man darf hinzufügen, daß bei den Bestimmungen über die Berechnung des swz genaue Betriebsbestimmungen wenigstens für die Dauer von a nicht zu umgehen sind.

Die Sicherung der Einrichtung geschieht durch Taxationsrevisionen, wobei verbessert werden sollen die Rechnungsunterlagen, die Einteilung; fortgeführt die Waldbeschreibung; neu berechnet der Abnutzungssatz.

Die jährlichen Wirtschaftspläne haben sich innerhalb des Rahmens des Betriebsplanes zu halten.

Karl.

Literatur: Grundzüge einer wissenschaftlich begründeten Forstbetriebsregulierungsmethode. 1838.

Grundsatz: Der wirkliche Zuwachs kann genutzt werden. Abweichungen werden aber notwendig, wenn wv (nach Ertragstafeln berechnet) und nv (ebenfalls nach Ertragstafeln berechnet) verschiedene Größen sind.

Die Differenz beider wird, wie bei Heyer, auf eine Ausgleichungszeit verteilt. Karl erwägt nun, daß jede Mehrung und Minderung des jetzt vorhandenen der Zuwachsberechnung zugrunde gelegten Vorrats auch eine entsprechende Mehrung und Minderung des Zuwachses herbeiführt.

Er berechnet, wie viel diese Änderung pro Jahr beträgt, und berücksichtigt sie alljährlich.

Die Formel läßt sich danach schreiben:

$$e = wz + \frac{wv - nv}{a} - \frac{wz - nz}{a} \cdot n.$$

Hierbei ist n die Zahl der Jahre, welche die Ausgleichungszeit bereits läuft.

Der Bruch für Zuwachsausgleichung muß stets entgegengesetztes Vorzeichen des Bruches für die Vorratsausgleichung haben, weil nach Karls Auffassung eine Verminderung des Vorrats auch eine solche des Zuwachses hervorruft und demgemäß die Nutzung

herabgesetzt werden muß, und umgekehrt erhöhter Vorrat auch erhöhten Zuwachs und erhöhte Nutzung zuläßt.

Das ist aber keineswegs so allgemein zutreffend. Das nachfolgende Beispiel hat einen Vorrat, der den normalen übersteigt, dennoch aber einen Zuwachs, der hinter dem normalen zurückbleibt. Es hat das seinen Grund in der Altersklassenverteilung.

Beispiel.

$wz = 889.$ $\quad wv = 48290 \quad wz = 889$

$nv = 47200 \quad nz = 900$

$\triangle = 1090 \quad \triangle = 11$

$a = 10. \quad \frac{wv - nv}{a} = 109 \quad \frac{wz - nz}{a} = 1$

1	Jahr	e = 889 + 109
2	„	e = 889 + 109 — 1
3	„	e = 889 + 109 — 2
4	„	e = 889 + 109 — 3
5	„	e = 889 + 109 — 4
6	„	e = 889 + 109 — 5
7	„	e = 889 + 109 — 6
8	„	e = 889 + 109 — 7
9	„	e = 889 + 109 — 8
10	„	e = 889 + 109 — 9

Karls Verfahren ist sicherlich seit mehr als 50 Jahren nicht mehr angewendet, auch er selbst hat die Methode fallen lassen. Sie sollte daher aus unseren Lehrbüchern und vor allen Dingen aus den Prüfungen verschwinden. Ihre Langlebigkeit ist — und es ist das leider in unserem Fache kein vereinzelter Fall — darauf zurückzuführen, „daß ja danach gefragt wird". Lediglich aus diesem Grunde muß sie auch in diesem Leitfaden wieder ihren Platz finden.

Gustav Heyer.

Literatur: Dritte Auflage von C. Heyer: Die Ertragsregelung. 1883.

Er rückt den Betriebsplan mehr als sein Vater in den Vordergrund, teilt den Umtrieb in Perioden und wünscht auch eine möglichste Ausgleichung der Perioden-Erträge durch entsprechende Verschiebungen zu erreichen.

Er nähert sich also ganz wesentlich den Fachwerksmethoden.

Den Umtrieb berechnet er als Anhänger der Reinertragsschule nach dem Maximum des Bodenerwartungswertes. Der Etat wird nach der C. Heyerschen Formel ermittelt, dabei aber der jährliche wz eingesetzt, nicht der summarische wz der ganzen Ausgleichungszeit.

Dieses System soll Formelmethode, Fachwerk und Bestandswirtschaft vereinigen.

Das Großherzogtum Baden

ist bei seinem Taxationssystem von der Carl Heyerschen Methode ausgegangen, hat sie aber in ihrem Wesen vollständig umgewandelt.

Mit Heyer in Übereinstimmung ist die Berechnung des nv nach dem Haubarkeitsdurchschnittszuwachs und die Annahme einer Ausgleichungszeit.

Als Abnutzung gilt grundsätzlich der jährliche wz, wie er in den Beständen gefunden wird, also nicht der Zuwachs der Ausgleichungszeit. Damit wird die Ermittlung des wz auf eine feste und gesunde Grundlage gestellt.

wz wird jedoch nur dann genutzt, wenn wv = nv.

Ist wv $\lessgtr$ nv, so wird die Ausgleichungsquote

$$\frac{wv - nv}{a}$$

berechnet, so daß die ganze Etatsformel lautet:

$$E = wz + \frac{wv - nv}{a}.$$

Bei wv tritt im Gegensatz zu Carl Heyer nicht die teilweise Berechnung nach dem Durchschnittszuwachs in Kraft, sondern lediglich die Aufnahme des Waldes. Es liegt in der verschiedenen Berechnungsart von nz und wz allerdings eine Inkonsequenz. Indessen kann der daraus entspringende Fehler bei den häufig wiederkehrenden Revisionen verbessert werden. Es geschieht das auch, wie denn dieses ganze Verfahren aus der Theorie herausgetreten und in die Praxis übersetzt ist.

Nachdem der Abgabesatz berechnet ist, werden unter Zugrundelegung desselben und nach den im Walde gesammelten Notizen des Taxators von einem Mitgliede der Domänendirektion an Ort und

Stelle die Bestände ausgewählt, durch deren Hieb die Hiebsforderung erfüllt werden kann.

Die Berechnung des Abnutzungssatzes erneut sich alle zehn Jahre, dementsprechend auch die Zuwachsberechnung.

Beispiel. wz = 889 wv = 48290

nv = 45000

a = 40

$$e = 889 + \frac{48290 - 45000}{40}$$

$$= 889 + 82 = 971.$$

Bemerkt sei noch, daß die badischen Einrichtungswerke sich durch Kürze auszeichnen. Die den Werken angeschlossene Statistik ersetzt zugleich das Kontrollbuch.

Zweites Buch.

Niederwaldschätzung.

Für die Niederwaldwirtschaft hat die Schlageinteilung gegolten und gilt auch heute noch. In Übung ist die einfache Flächenteilung und die Teilung in Proportionalschläge.

Statt der Jahresschläge findet man zuweilen die Teilung in Perioden- oder Abteilungsschläge, wobei mehrere Jahresschläge zusammengefaßt sind, ohne daß der einzelne Schlag örtlich abgegrenzt ist.

Die Erträge werden am besten nach Maßgabe derjenigen beim letzten Hiebe angesetzt.

Drittes Buch.

Mittelwaldschätzung.

Für den Mittelwald ist schon sehr früh die Schlageinteilung angenommen und zwar so, daß in dem zu hauenden Schlage das Unterholz mit Ausnahme von einer Anzahl Laßreisern ganz abgetrieben und das Oberholz durchplentert wurde.

Im Mühlhäuser Stadtwald, über den Oberförster Lauprecht Suppl. der Allgem. Forst- und Jagdzeitung VIII. 1 berichtet, gehen die ältesten Nachrichten auf einen 9-, 10- und 12jährigen Umtrieb.

Für den Ersatz des Oberholzes ließ man für einen Hektar 94 Hegereiser stehen und zwar in Eichen, Buchen, Linden, Eschen, Aspen und Ahorn.

In späterer Zeit wurde der Oberholzhieb nicht nur nach Masse, sondern auch nach Stammzahl angegeben und verbucht.

1765 gab Hofjägermeister v. Lengefeld ein ausführliches Gutachten ab, woraus hervorgeht, daß man einen 15jährigen Umtrieb hatte und daß es üblich war, dem Boden die Hälfte des Vorrats an Oberholz und die Hälfte desjenigen an Unterholz abzuverlangen. Auf dem Hektar können stehen:

94 Hauptbäume,
110 Mittel- und zugehende Bäume,
110 Ober- und Vorständer,
94 + 27 Laß- und Ersatzreiser.

Die Stammzahlregulierung hat auf lange Zeit Theorie und Praxis beherrscht, und auch heute noch wird sie herangezogen.

Auf Grund der Darstellungen in Cottas Waldbau hat man fast allgemein angenommen, daß Cotta den Überhalt nach Maßgabe der beschirmten Fläche berechne, derartig daß er feststellt:

1. das Stammzahlenverhältnis der Altersklassen zu einander,
2. die durchschnittliche Schirmfläche eines Stammes jeder Altersklasse,
3. die zu beschirmende Fläche des Schlages.

Die Rechnung geht dann dahin, die zu beschirmende Fläche durch die Schirmflächensumme der einfachen normalen Altersstufenstammzahlfolge zu dividieren. Dadurch erhält man eine Zahl, welche angibt, wie oft die Altersstufenfolge auf der beschirmten Fläche des Schlages Platz hat, und daraus findet man die für den Schlag normalen Stammzahlen.

Beispiel:

Es kommen auf:	Die zugehörige Schirmfläche ist:
1 Baum von 150 Jahren	346 □′ (für den Stamm 346)
2 Bäume von 120 Jahren	452 □′ (für den Stamm 226)
3 Bäume von 90 Jahren	396 □′ (für den Stamm 132)
4 Bäume von 60 Jahren	256 □′ (für den Stamm 64)
5 Bäume von 30 Jahren	100 □′ (für den Stamm 20)
	Sa. 1550

Sollen 15500 □′ auf dem Schlage beschirmt sein, so geht die normale Reihe $\frac{15500}{1550} = 10$ mal hin. Wir erhalten also folgende Normalzahlen für den Schlag:

10	Bäume	von	150	Jahr
20	„	„	120	„
30	„	„	90	„
40	„	„	60	„
50	„	„	30	„

In der Anweisung zur Forsteinrichtung von 1820 ist eine derartige Darstellung aber nicht zu finden, vielmehr wird dort nur die Schlageinteilung abgehandelt.

Das Unterholz wird nach Augenmaß eingeschätzt, nach Probehauen, Erfahrungstafeln, vor allen aber nach den bisherigen Erträgen.

„Was aber das Oberholz betrifft, so können Vorrat und Zuwachs durch ähnliche Mittel erforscht werden, welche wir bei

Schätzung des Hochwaldes haben kennen lernen und es bedarf hierüber keiner besonderen Anweisung. Inbetreff des Waldrechts ist zu bemerken, daß der Taxator überlegen muß, wie groß die überzuhaltende Menge den örtlichen Verhältnissen nach sein müsse" (§ 103. S. 127).

Pfeil.

Literatur: Die Behandlung und Schätzung des Mittelwaldes 1824.

1. Fall. Oberholzmasse normal.

S. 134. Den Abgabesatz für den 1. Umtrieb erfährt man, indem man:

1. alles alte in ihm einzuschlagende Holz abschätzt und mit dem progressionsmäßig verminderten Zuwachs berechnet,
2. von dem jüngeren nach Altersklassen ausgezählten Holze, dessen Masse nach Erfahrungstafeln bekannt ist, die sich als überflüssig zeigende Masse zur Holzung in Ansatz bringt.

2. Fall. Oberholzmasse abnorm.

Oberholzmasse wird in der ältesten Klasse aufgenommen nach vorhandenem Vorrat und der Zuwachs bis zum Abtrieb aufgerechnet. Die jüngeren Altersklassen werden mit ihren zukünftigen Abtriebserträgen in die Rechnung eingesetzt und das gesamte Holz dann verteilt. Die spezielle Rechnung ist ungenau und umständlich (S. 137).

Grebe.

Literatur: Die Betriebs- und Ertrags-Regulierung 1867. S. 240.

Man nimmt den Oberholzvorrat v mit Ausschluß der Laßreiser auf, schätzt den Zeitraum von der Gegenwart bis dahin, wo die Laßreiser haubares Holz liefern, und setzt diesen als Abnutzungszeitraum (a) fest.

v + progressionsmäßig vermindertem Zuwachs $Z \frac{a}{2}$ gibt die abzunutzende Holzmasse.

Bei jährlichem Betriebe ist:

$$e = \frac{v + \frac{a}{2} Z}{a}$$

Beispiel: $v = 10000$

$Z = 200 \qquad a = 50$

$$e = \frac{10000 + 25 \cdot 200}{50}$$

$$= \frac{15000}{50} = 300.$$

Grebe nimmt hier, was nicht zulässig ist, den ganzen Waldvorrat zusammen.

Die Berechnung des Abnutzungssatzes muß schlagweise erfolgen.

Danckelmann*)

ermittelt Vorrat des Waldes v, das mittlere Zuwachsprozent p und faßt dann v als ein Kapital auf, das bei p Verzinsung in n + 1 Nutzungen aufgezehrt wird.

n ist dabei dic Zahl der Unterholzumtriebe, für die v ausreichen soll.

Falsch ist in dieser Auffassung, daß der Zuwachs nach Zinseszinsen erfolgt uud daß auf n Umtriebe n + 1 Nutzungen entfallen. Es sind nur n Nutzungen.

Die Formel lautet:

$$e = v \frac{f^n (f - 1)}{f^{(n+1)} - 1}, \text{ worin } f = 1{,}0p.$$

Die Herleitung ist folgende:

$v - x$ ist der Vorrat nach der 1. Nutzung, am Beginn der 1. Umtriebszeit,

$(v - x)f - x$ ist der Vorrat nach der 2. Nutzung, am Beginn der 2. Umtriebszeit,

$(v - x)f^2 - xf - x$ ist der Vorrat nach der 3. Nutzung, am Beginn der 3. Umtriebszeit,

*) Veröffentlicht bei der Besprechung der Grebeschen Betriebs- und Ertragsregulierung in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. 1. Jahrgang.

$(v - x)f^3 - xf^2 - xf - x$ ist der Vorrat nach der 4. Nutzung am Beginn der 4. Umtriebszeit.

Mit dem letzten Hiebe erhalten wir:

$(v - x)f^n - xf^{(n-1)} - xf^{(n-2)} \ldots - xf - x$. Das ist $= 0$.

$$vf^n - xf^n - xf^{(n-1)} \ldots - xf - x = 0.$$

$$vf^n = x(f^n + f^{(n-1)} + \ldots + f + 1)$$

$$= x \frac{f^{(n+1)} - 1}{f - 1}$$

$$\frac{vf^n (f - 1)}{f^{(n+1)} - 1} = x.$$

In der Danckelmannschen Herleitung ist, wie bemerkt, ein Hieb zu viel, denn $v - x$ ist der Vorrat nach der 1. Nutzung, das ist derjenige am Schluß der ersten und Beginn der zweiten Umtriebszeit. Die demgemäß berichtigte Formel lautet:

$$\frac{vf^{(n-1)} (f - 1)}{f^n - 1}.$$

Weise.

Literatur: Die Taxation des Mittelwaldes. 1878.

Der nv wird in seiner Summe für die Flächeneinheit bestimmt und zwar entweder nach Normal-Probestücken oder Erfahrungssätzen.

Die Zerlegung desselben nach Altersklassen geschieht nach Prozentsätzen. Dieselben gehen bei reinen Beständen aus folgenden Erwägungen hervor:

1. Jeder Altersklasse gebührt gleiche Fläche.
2. Jeder Stamm soll im Mittelwalde sich frei entwickeln, es ist deshalb an freigewachsenen Stämmen jeder Altersklasse der Wachsraum zu ermitteln nach Quadrat, Kreis oder regelmäßigem Sechseck. Da Relativzahlen zur Verwendung kommen, führt jede dieser Größen zu gleichem Ergebnis.
3. Aus dem Wachsraum berechnen wir, wieviel Stämme auf der Flächeneinheit stehen können.
4. Für jede Altersklasse wird der Normalstamm seiner Masse nach ermittelt.

5. Stammzahl zu 3 × Masse zu 4 geben an, wieviel Masse jeder Altersklasse auf einem vollbestandenen Hektar stehen.
6. Man addiere die Massenvorräte, die unter 5 gefunden sind, und berechne, wieviel jede Altersklasse von der Summe in Prozenten hat.

Diese Prozentsätze sind maßgebend für die Zerlegung des nv.

Beispiel.

Ermittlung der Prozentsätze, nach denen der normale Vorrat in Altersklassenvorräte zerlegt wird.

Zerlegung eines gegebenen Vorrats.

Altersklasse	Kronen-Durchmesser m	Kronen-Durchmesser dzm	Stammzahl auf dem Hektar bei Schluß 1,0	Masse: des Einzelstammes fm	Masse: des Einzelstammes dzm	Masse: der Altersklasse fm	Masse: Im ganzen für die Holzart	Der Altersklassenvorrat beträgt vom ganzen für die Holzart %	Zerlegung eines gegebenen Vorrats Eichen = 2000 fm Rüstern und Eschen = 1000 „
						a) Eiche.			
III	4	—	722	—	07	51	3373	1,5	30
IV	5	—	462	—	26	120	—	3,6	72
V	6	—	321	—	68	218	—	6,5	130
VI	7	—	236	1	28	302	—	9,0	180
VII	8	—	180	2	21	398	—	11,8	236
VIII	9	—	143	3	17	453	—	13,4	268
IX	10	5	105	4	19	440	—	13,0	260
X	11	5	87	5	47	476	—	14,1	282
XI	12	5	74	6	16	456	—	13,5	270
XII	13	—	68	6	75	459	—	13,6	272
						b) Rüster und Esche.			
III	4	—	722	—	14	101	2149	4,7	47
IV	4	5	570	—	50	285	—	13,3	133
V	5	—	462	—	99	416	—	19,3	193
VI	5	5	382	1	42	542	—	25,2	252
VII	6	5	273	1	62	442	—	20,6	206
VIII	7	5	205	1	77	363	—	16,9	169

Bei **gemischten** Beständen sind Haupt- und Nebenholzarten zu unterscheiden.

Viertes Buch.

Plenterwaldschätzung.

Ist aus naheliegenden Gründen sehr wenig ausgebildet.

Eine theoretische Anweisung zu einer solchen Schätzung ist, wie Cotta sagt (1820 S. 134), mit wenigen Worten gegeben:

> Man suche den Vorrat, bestimme den Zuwachs, beurteile ob und um wieviel künftig der Vorrat größer oder kleiner werden soll, als er jetzt ist, und der wahre Ertrag ist gefunden.

Hiernach ist tatsächlich aber auch zu verfahren, nur wird man die Differenz zwischen wv und nv meistens auf mehrere Umlaufszeiten verteilen.

Die Schätzung des geregelten Plenterwaldes würde beginnen müssen mit Bestimmung der Umtriebszeit und der Umlaufszeit.

Nach Maßgabe der letzteren tritt eine Schlageinteilung ein.

Für jeden Schlag ist der Abnutzungssatz nach der Größe des Zuwachses und einer beabsichtigten Mehrung oder Minderung des wirklichen Vorrats zu berechnen. Dieses Vorgehen schließt sich also eng an das beim Mittelwalde dargelegte an.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Dann folgen die Eingänge vor dem regelrechten Hiebe.

Zieht man die Summe dieser vom Abnutzungssatz ab, so erhält man das zulässige Abnutzungssoll des Schlages.

Für jeden Schlag ist nach dem Hiebe, der damit eine Umtriebszeit abschließt, ein neuer Abnutzungssatz zu berechnen. Diesem Vorgehen dient Abteilung III und IV.

In Abteilung III geschieht die Prüfung und Richtigstellung der Massentafel, die der Massenschätzung zugrunde gelegt war.

Man hat zu dem Zweck die zum Hieb ausgezeichnete Masse nach dieser Tafel zu berechnen und in Abteilung III einzutragen.

Nach Fertigstellung des Hiebes wird die wirklich erfolgte Masse hinzugefügt und aus $\frac{\text{Soll}}{\text{Ist}}$ ein Reduktionsfaktor berechnet, unter dessen Anwendung die ursprüngliche Tafel für die neue Schlagaufnahme umgerechnet wird.

Abteilung IV bringt das Ergebnis der Schlagaufnahme nach dem Hiebe und berechnet die Masse, also den Überhalt; dann wird der Zuwachs festgestellt und endlich der Abnutzungssatz neu berechnet.

Die Unterholzerträge werden für den nächsten Umtrieb denen des letzten Hiebes gleichgesetzt.

